

UNIVERSIDADE DE LISBOA  
FACULDADE DE BELAS-ARTES



# **PERGUNTAR À NATUREZA · BIOMIMICRY THINKING**

O biodesign como solução para a escassez de água

Carlos Gonçalves Félix Ferreira

Dissertação

Mestrado em Design de Equipamento  
Especialização em Design de produto

2016

UNIVERSIDADE DE LISBOA  
FACULDADE DE BELAS-ARTES



# **PERGUNTAR À NATUREZA · BIOMIMICRY THINKING**

O biodesign como solução para a escassez de água

Carlos Gonçalves Félix Ferreira

Dissertação orientada pelo professor Doutor Paulo Parra e  
co-orientada pelo professor André Gouveia

Mestrado em Design de Equipamento  
Especialização em Design de produto

2016

## Resumo

As práticas utilizadas pela indústria nos últimos cinquenta anos têm levado ao esgotamento do nosso mundo natural, pondo em causa a sustentabilidade das gerações futuras. Esta evolução industrial proporcionou ao ser humano ferramentas e tecnologia que permitiu aumentar a qualidade de vida material do indivíduo assim como o aumento da sua esperança média de vida, mas também trouxe aspectos negativos. Proteger a natureza em vez de a destruir, pode ser mais vantajoso para o ser humano a médio prazo. Reflectir sobre as principais “lições” que a natureza nos oferece e aprofundar os estudos associados das suas metodologias e estratégias inerentes aplicadas no design de produto, pode reverter esta esfera obsoleta. Através dos ensinamentos do mundo natural é possível estabelecer uma evolução sincronizada entre o mundo biológico e tecnológico, e o design pode ser um processo determinante na busca pela inovação sustentável.

O designer enquanto agente biológico pode ser uma peça fundamental para a mudança do actual paradigma industrial e as metodologias adoptadas pelo design, podem implementar soluções inovadoras e contagiantes na sociedade, alertando para a possível mudança de hábitos e comportamentos. É através do design que a presente dissertação procura apresentar vários exemplos e conceitos interpretados pela natureza. Centrada nestes conhecimentos, ela disponibiliza linhas orientadoras para um processo metodológico em biodesign baseado numa selecção de ideias inspiradas e provenientes do mundo natural.

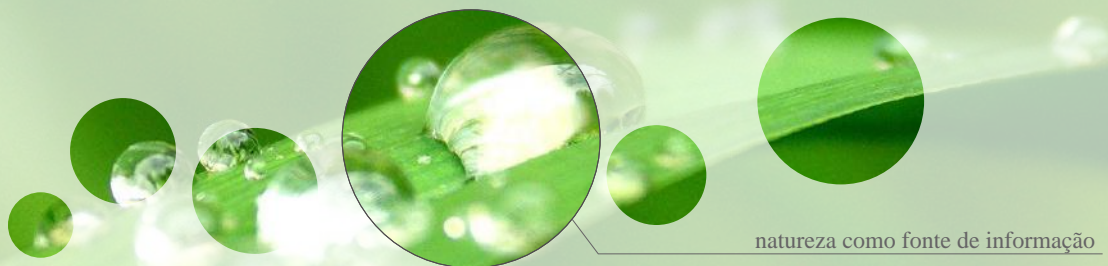
Palavras-chave: biomimésis · biodesign · biomimicry thinking · design thinking · inovação/brainstorming · névoa/orvalho

## Abstract

Industrial practices over the last fifty years have led to the deterioration of our natural world, putting at risk the sustainability of future generations. Industrial evolution has given human beings tools and technologies that have increased life expectancy and material quality of life, but has also brought downsides. Protecting nature instead of destroying it could be more beneficial in the medium term. Reflecting on the main lessons that nature has to offer, and further studying its methods and inherent strategies that are applicable to product design, can revert this cycle. By learning from the natural world, it is possible to establish a synchronised evolution between the biological and technological worlds, and design can be a vital process in the search for sustainable innovation.

The designer can be a fundamental part in changing the current industrial paradigm and methods used in design and also be able to implement inspiring and innovative solutions in society by raising awareness of the possible changes in habits and behaviour. It is through design that this dissertation seeks to present examples and concepts interpreted through nature. Based on this knowledge it presents guidelines for a methodological process in bio-design that comes from a selection of ideas inspired by the natural world.

Key words: biomimésis · biodesign · biomimicry thinking · design thinking · innovation/brainstorming · fog/dew





## Agradecimentos

Qualquer autor de dissertação reconhece que sem o trabalho de equipa é impossível realizar uma investigação concisa e sucinta. Agradeço aos meus orientadores todo o apoio e conselhos durante o mestrado, a todas as instituições que aceitaram colaborar na presente dissertação e que muitas coisas me ensinaram.

Às empresas, atelier Maurício Vieira, SPAL Porcelanas e AROUNDtheTREE em Portugal, Atelier-oï e em especial o estúdio DECOLAB.CH na Suíça, por me receberem na sua família e me ajudarem a evoluir como designer, profissional e mais importante como pessoa.

À minha família e amigos mais próximos, porque com a amizade, lealdade, carinho e incentivo deles, tudo é mais fácil. Obrigado!

Carlos Félix · abril 2016

## Colaboração com a investigação:

Paulo Parra · pf. director da área de design de equipamento na faculdade de Belas-artes da universidade de Lisboa · André Gouveia · pf. assistente na faculdade de Belas-artes da universidade de Lisboa · fundador da Inngage design · José Viana · pf. na faculdade de Belas-artes da universidade de Lisboa · Pedro Maia · co-fundador da amadesign, pf. coadjuvante na universidade de Aveiro, no instituto politécnico de Coimbra e no instituto politécnico do Cávado e do Ave · Raul Pinto · CEO e co-fundador da amadesign, Ph.D. na universidade de Aveiro e sénior lecture em design na universidade de Izmir · Maurício Vieira · pf. no instituto politécnico da Guarda e fundador do atelier mauríciovieira na Guarda · João Cerejo · pf. no instituto politécnico da Guarda · Miguel Lourenço · pf. no instituto politécnico da Guarda · Sérgio Lemos · pf. na universidade de Aveiro e no instituto politécnico da Guarda e fundador da darga® design · Susana Soares · sénior lecturer na universidade London South Bank em engenharia e design · Tiago Carrilho · biólogo no jardim zoológico de Lisboa · Teresa Pina · coordenadora do departamento educativo do oceanário de Lisboa · Mónica Santos · designer da SPAL Porcelanas e na Zara Home · Daniel Pêra · director criativo da SPAL Porcelanas · Susanna Wieland · co-fundador do estúdio decolab.ch, Neuchâtel/Zurique · Walter Wieland · co-fundador do estúdio decolab.ch, Neuchâtel/Zurique · Patrick Reymond · co-fundador do atelier-oï, Berna · Reto Ulrich · director de projecto de design no atelier-oï · Beat Karrer · fundador da fluidsolids® biopolymers, Zurique · Vítor Hugo Pereira · designer industrial e investigador em reutilização de matéria orgânica na universidade do Porto · Joana Falcão · designer de ambientes e assistente veterinária

## Apoio institucional

Portugal · Jardim Zoológico de Lisboa · Grupo Lobo · Tapada Nacional de Mafra · Oceanário de Lisboa · Liga para a Protecção da Natureza · Internacional · WWF Mediterranean Programme · Iberlince



Oceanário de Lisboa





## Notas

- a Todas as fontes digitais de notas de rodapé, iconográficas e videográficas encontram-se em anexo.
- b De forma a abranger um amplo cenário, esta dissertação adopta uma perspectiva genérica, em que se usa o termo «designer» para designar qualquer profissional que procura inovar pelo design.
- c A presente dissertação não foi escrita ao abrigo do novo acordo ortográfico e está redigida pela fonte tipográfica Times New Roman.
- d Para colaboração com o projecto proposto pela dissertação:
  - [carlosfelixdesign@gmail.com](mailto:carlosfelixdesign@gmail.com)
  - <https://pt.linkedin.com/in/carlosfelixdesign>
  - <https://www.behance.net/carlosfelixdesign>

Introdução | (re)pensar a nossa  
ligação com a natureza

i

Capítulo 1 | a “natureza” humana · design para a  
sustentabilidade e inovação social

1

Capítulo 2 | biomimésis · lições de design a partir  
da natureza

2

Capítulo 3 | projecto orvalhinho · possível solução para  
captação de água através da biodinâmica

3

Conclusão e considerações finais

C

Anexos

a



## Índice de texto

Pág	
a	Índice de texto
b	Lista de abreviaturas
3	i. Introdução   (re)pensar a nossa ligação com a natureza
4	i.1 Definição do tema
5	i.2 Estrutura da dissertação
6	i.3 Objectivos da dissertação · aumentar a acessibilidade a água potável
7	i.4 Metodologias de processo · design & biomimicry thinking
8	i.5 Organograma · linha de pensamento
9	1. Capítulo 1   a “natureza” humana · design para a sustentabilidade e inovação social
11	1.1 O objecto · a necessidade racional de fabricar utensílios
14	1.1.1 O objecto · a evolução da cultura visual e da relação com o meio ambiente
17	1.1.2 O objecto industrial prematuro à revolução industrial
22	1.1.3 O objecto na vida social · a interligação entre o homem e a sua mensagem
23	1.2 O pensamento obsoleto · a “natureza” vulnerável do design de produto
29	1.2.1 O designer enquanto agente biológico
33	1.2.2 A árvore de cerejas e o conceito de indústria
34	1.2.3 Comunidade sustentável aplicada à actual indústria
35	1.3 Sustentabilidade · uma necessidade emergente e urgente
39	1.3.1 Pensamento sustentável vs. pensamento criativo
41	1.3.2 Reaproveitamento do desperdício em produto · estudo de casos
	1.3.2.1 Bolle box by Andreas Möller, Holanda · 1994
	1.3.2.2 Eco ware by Tom Dixon · 2005
	1.3.2.3 Notebook by PoopooPaper · 2007
44	1.3.3 Hospital Manuel Gea Gonzales, Cidade do México · 2012
45	1.3.4 Biopolymers by Fluid Solids, Zurique · 2013
46	1.4 Síntese do 1º capítulo · considerações a reter para o processo de design

47	2. Capítulo 2   biomimésis · lições de design a partir da natureza
49	2.1 Observar e emular a natureza · a biomimésis como método de projecto
52	2.2 A evolução conceptual das bio metodologias
54	2.2.1 A emulação natural como processo no design industrial
57	2.2.2 Síntese dos conceitos técnico-naturais aplicados no mundo artificial
58	2.3 A transmissão do conhecimento
58	2.3.1 Caso de estudo - o gato-marsupial e o sapo-cururu
60	2.4 Biomimicry & design thinking · dois pensamentos, um objectivo e inovar pelo design
61	2.4.1 Estratégias naturais como solução · biomimicry thinking
64	2.4.2 Os três principais níveis de processo do biomimicry thinking
67	2.4.3 O processo metodológico natural apresentado pelo Biomimicry Institute
68	2.4.4 Desafiar a biologia · processo de emulação formal
69	2.5 Disseminação de design thinking
73	2.6 Double diamond · processo de design by Design Council
74	2.7 Mapa Double Drop · processo tecnosimbiótico
75	2.7.1 Double Drop · quatro fases de processo tecnosimbiótico para design de produto
	2.7.1.1 Fase 1 · descobrir (oportunidade de produto)
77	2.7.1.2 Fase 2 · definir (conceito e idealização de produto)
78	2.7.1.3 Fase 3 · desenvolver (tornar o produto realidade)
79	2.7.1.4 Fase 4 · entregar (o produto ao mercado e utilizador final)
80	2.8 Síntese do 2º capítulo · considerações a reter durante o processo de design
81	Capítulo 3   projecto orvalhinho · possível solução para captação de água através da biodinâmica
83	3.1 Projecto biodinâmico orvalhinho · proposta de produto
84	3.1.1 Identificação do problema · fase descobrir
84	3.1.2 Organização Mundial de Saúde · planos para 2015-2020
86	3.1.3 Distribuição do lixo flutuante nos oceanos
87	3.2 Pesquisa de mercado · soluções biotécnicas para captação de água potável
87	3.2.1 Water is Life Association · 2015
89	3.2.2 Warka Water · 2012/2014
91	3.2.3 Eliodoméstico · 2012
92	3.2.4 Material nanotecnológico by NBD Nano · 2012
93	3.2.5 Potable water generator by UTEC · 2013
94	3.2.6 Malha hidrófila by MIT · 2013

96	3.2.7 Revestimento hidrófobo by ultra ever dry/never wet · 2013
97	3.2.8 Fontus by Kristof Retezár · 2014
98	3.2.9 Síntese da fase 1 (descobrir)
99	3.3 Modelos e estratégias orgânicas
100	3.3.1 Observação natural · fase definir
101	3.3.2 A biodinâmica do besouro do deserto da Namíbia
102	3.3.3 Frontiers in Zoology, besouro da Namíbia · 2010
105	3.3.4 Flor de lótus
106	3.3.5 Síntese da fase 2 (definir)
107	3.4 Projecto biodinâmico orvalhinho · proposta de design de produto
108	3.4.1 Implementação de conceitos · fase desenvolver
109	3.4.2 Proposta de produto · 2012
110	3.4.3 Apresentação conceptual biomórfica
111	3.4.4 Detalhes técnicos e apresentação virtual do produto
115	3.4.5 Síntese da fase 3 (desenvolver)
117	<b>c. Conclusão e considerações finais</b>
123	g. Glossário de palavras e frases
128	b. Bibliografia
129	b.1 Monografia consultada
132	b.2 Bibliografia recomendada para o besouro do deserto da Namíbia
133	b.3 Dissertações e teses
134	b.4 Revistas, artigos e documentos online
135	f. Fontes digitais e iconográficas
136	f.1 Índice videográfico
138	f.2 Índice digital de notas-rodapé
143	f.3 Índice iconográfico
147	<b>a. Anexos</b>
148	a.1 Observação e emulação da natureza · dicionário natural
149	a.1.1 Uccello de Leonardo Da Vinci
150	a.1.2 Velcro · O adesivo natural
150	a.1.3 Qualcomm · Telas de visualização
152	a.1.4 Elliptical Winglet Technology
153	a.1.5 Bee's by Susana Soares
155	a.1.6 Aerogel superleve, renovável e sustentável



156	a.1.7 Neri Oxman · biopolímero
157	a.2 Design para a natureza
158	a.2.1 Apoio institucional
159	a.2.2 Perigo de extinção by wwf.pt
159	a.2.3 Da natureza para a natureza · design biológico
160	a.2.4 Green slow feeder e Pulse by Northmate · 2012
161	a.2.5 Projecto “gato de rua” · 2014
161	a.2.6 Pugedon · 2014
162	a.2.7 Eva solo · 2014
162	a.2.8 Bistro · 2015

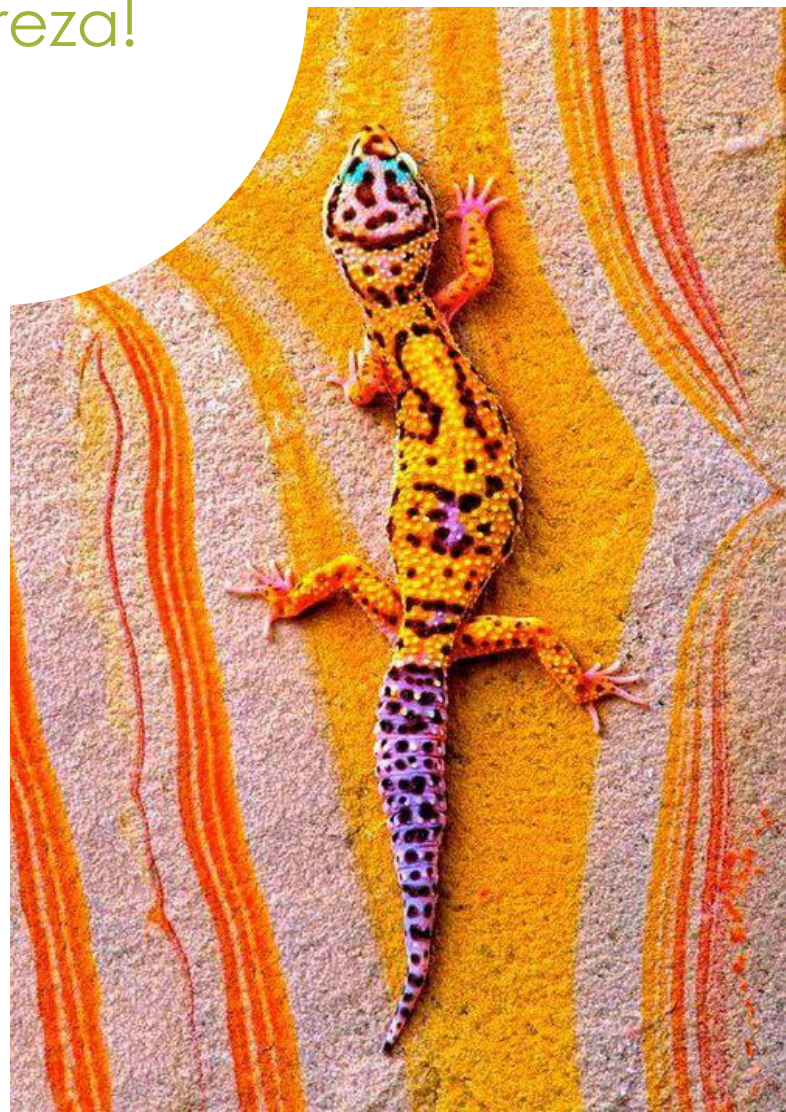
## Lista de abreviaturas

UICN	União Internacional para a Conservação da Natureza
PNAS	Proccedings of the National Academy of Sciences
C <sup>2</sup> G	Cradle-to-Grave
C <sup>2</sup> C	Cradle-to-Cradle
DFD	Design for Disassembly
DFA	Design for Assembly
BRH	Biomimicry Resource Handbook
BID	Biologically Inspired Design
DT	Design Thinking
BT	Biomimicry Thinking
SWOT	Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats
WHO	World Health Organization
GHO	Global Health Observatory
MIT	Massachusetts Institute of Technology
NASA	National Aeronautics and Space Administration).
BBC	British Broadcasting Corporation
MET	Microscópico Electrónico de Transmissão
TNM	Tapada Nacional de Mafra
WWF	World Wide Fund For Nature
LPN	Liga da Protecção para a Natureza





Perguntar à  
natureza!







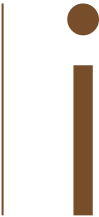
Forma, função e  
observação!

Embora o engenho humano dê azo a várias invenções correspondentes a máquinas distintas, com o propósito de servir a sociedade, nunca descobrirá invenções mais belas, adequadas e directas que a natureza, uma vez que nas seus inventos, nada falta e nada sobra. O design não pode simplesmente imitar a natureza, deve antes desmontar e perceber como ela pensa!





Introdução | (re)pensar a nossa  
ligação com a natureza



**Natureza** · no conceito geral, são todos os fenómenos que ocorrem no mundo físico.

**Design thinking** · disciplina que usa os métodos e sensibilidades do designer para cruzar as necessidades das pessoas com aquilo que é tecnologicamente exequível e economicamente viável, gerando valor para o cliente e oportunidades para o mercado.

**Biomimicry thinking** · pensamento metodológico aliada ao processo de design que integra os princípios e estratégias do mundo natural para soluções do mundo artificial.

## i.1 Definição do tema

Vivemos numa era em que a ciência e as suas aplicações nos mais variados ramos, está de alguma maneira presente no quotidiano das pessoas, tendo tornado a sociedade da qual fazemos parte, saturada em tecnologia e ideias, aumentando a sua tecnodependência. Actualmente, o conhecimento presente no mundo humano obriga ao designer inovar e gerar mudança de paradigma todos os dias, onde por vezes, o profissional comete diversos erros durante o processo de criação na exigência de saciar as necessidades humanas. Olhar a natureza pode fornecer lições em criatividade e ajudar a realizar uma metodologia capaz de superar alguns dos erros comuns praticados durante o processo conceptual. O modelo natural sempre foi uma inspiração ao longo de toda a história evolutiva da humanidade, mas nos últimos anos, a relação entre a natureza e as mais variadas disciplinas de design intensificou-se. É nesta óptica que o designer Paulo Parra, explica na sua investigação de doutoramento que actualmente as formas, funções, estruturas e princípios organizacionais encontrados na natureza começam a inspirar muitas das abordagens relacionadas com os processos de design, produção e ciclo de vida do produto<sup>1</sup>.

Também como defende Carmelo di Bartolo, presidente da consultora design innovation, “a via da tecnologia de um design industrial, que procura agora nos fenómenos naturais, o modelo para a sua eficiência. A emergência do biodesign, na senda da biónica, entende o design como estritamente funcional, dirigido quer pela simbiose quer pela selecção natural, com o fim único estratégico da sobrevivência”<sup>2</sup>. Esta visão centrada no mundo biomimético, procura através dos padrões biológicos implementar novas soluções técnicas, ‘testadas pelas espécies’, no mundo industrial, conciliando o conhecimento tecnológico e científico<sup>3</sup>.

A presente investigação em biodesign centra-se nas áreas da cultura de projecto, da biologia e da tecnologia, demonstrando que é possível estabelecer analogias evolutivas entre os sistemas biológicos e os sistemas tecnológicos, principalmente no design de produto e propondo uma coevolução simbiótica entre ambos.



<sup>1</sup> Parra, Paulo - **Design simbiótico: cultura projectual, sistemas biológicos e sistemas tecnológicos**. Tese (doutoramento) - Especialidade de Design de Comunicação. Lisboa: FBAUL, 2009. p. 382. <sup>2</sup> Providência, Francisco. Vilar, Emílio Távora (coord.) - **Design et al**. Lisboa: D. Quixote, 2014. p. 86. <sup>3</sup> Ibid, p. 87.



A referida evolução tecnológica, originou através da indústria convencional um impacto negativo sobre os ecossistemas como a extinção de espécies, a desflorestação, o esgotamento de recursos naturais fósseis, o aumento da poluição material e acumulação de gases nocivos na atmosfera, aumentando a temperatura do globo e levando à alteração de como a natureza se reproduz. Desde os anos 60 que tem vindo a crescer um interesse público pelas questões ambientais, reflectindo-se actualmente em todos os sectores da sociedade. Estas práticas industriais e destrutivas do meio natural, obrigam a repensar as metodologias desenvolvidas durante o processo de design, na óptica de obter um resultado final de produção mais sustentável e protector da natureza<sup>4</sup>.

Nesta problemática situação, o designer olhando a natureza como uma fonte de soluções baseadas nos princípios sustentáveis de vida<sup>5</sup>, deve aliar o design thinking e o biomimicry thinking, e através de estratégias naturais tornar-se uma peça fundamental para a mudança dos cânones industriais, contribuindo com ideias e criações que desenvolvam boas práticas ambientais, protegendo espécies que possuem milhares de anos de informação adaptada às mudanças da evolução.

O ser humano é parte integrante da natureza, por isso devemos viver mutuamente e olhar a mesma como um modelo.

## i.2 Objectivos da dissertação · melhorar a acessibilidade a água potável

Influenciada pelas analogias do mundo natural e transmitidas pela biomimésis, a presente dissertação servirá como um manual de apoio, partilhando *guidelines* para o desenvolvimento de produto através de metodologias e processos baseados nos ensinamentos do mundo natural. Pretende ainda:

- Consciencializar e sensibilizar o designer para a prática de um design sustentável e para a protecção do mundo natural;
- Disponibilizar um breve levantamento dos pressupostos históricos do design de produto e compreender a forma como foi desenvolvido até ao séc. XX;
- Evidenciar a importância de modelos pedagógicos como o design thinking e biomimicry thinking na realização de processo de design de produto, advertendo para esta prática no ensino de design;
- Realizar uma pesquisa de mercado sobre investigações que procuram aumentar a acessibilidade a água potável, obter conclusões e apresentar uma proposta conceptual de design de produto inspirado nos modelos naturais e idealizado pelas metodologias conjuntas de design thinking e biomimicry thinking. O objectivo do produto passa por disponibilizar água potável através da captação da névoa/orvalho em zonas do globo com maior escassez deste recurso.



<sup>4</sup> Wahl, Daniel Christian. - **Design and Nature III: comparing design in nature with science and engineering**. Londres: C.A. Brebbia, Wessex Institute of Technology. pp. 289-298. <sup>5</sup> Benyus, Janine - **Biomimicry: innovation inspired by nature**. Nova York: William Morrow & Company, 2002. p. 7.

### i.3 Estrutura da dissertação

O presente corpo de trabalho foi estruturado em três capítulos distintos, mas complementares entre si, antecidos pelo actual texto introdutório, que define o objecto de estudo a desenvolver pela investigação, os objectivos a realizar, a sua estrutura, as metodologias utilizadas e do organograma da linha de pensamento da presente dissertação.

O primeiro capítulo, mais acessório e denominado por “a ‘natureza’ humana · design para a sustentabilidade e inovação social” contempla uma abordagem histórica da relação evolutiva entre o objecto e o homem desde os primórdios até à actualidade, permitindo uma visão geral da evolução do design de produto, da indústria e da sua ligação emocional e funcional, reflectindo a simbologia do objecto na sociedade. Apresenta uma noção introdutória da biomimésis, dos conceitos de obsolescência, sustentabilidade, ecodesign e com exemplos teórico-práticos sobre o biodesign e ecodesign que utilizam os princípios naturais como modelo para respostas inovadoras na relação entre o objecto, homem, recursos naturais, produção e ciclo de vida dos produtos. É ainda realizada uma conclusão intermédia.

O segundo capítulo, denominado por “biomimésis · lições de design a partir da natureza”, estuda-se as linhas gerais da biomimética e da sua evolução. Este capítulo procura conciliar a metodologia natural, que actualmente é definida por alguns autores de biomimicry thinking e que se baseia nas práticas de observação natural aos processos metodológicos do design thinking, disponibilizando ao designer ferramentas úteis e capazes de gerar conhecimentos inovadores para o design de produto. Através da união destes processos, a presente dissertação disponibiliza um guião com linhas gerais (guidelines) para o desenvolvimento de futuros projectos em design de produto. É realizada uma conclusão intermédia com a síntese de possíveis fases e passos a seguir durante as metodologias. Neste capítulo também são apresentadas algumas instituições que contribuíram com informação para a investigação e a forma como proporcionam algumas condições a certas espécies de animais através do design.

O terceiro e último capítulo denominado por “projecto orvalhinho · possível solução para captação de água através da biodinâmica”, apresenta uma investigação selectiva sobre soluções que procuram aumentar a acessibilidade a água potável para pessoas do terceiro mundo. Após uma visão geral sobre os objectivos principais da ONU para 2015-2020 em relação à escassez de água, são apresentados vários casos de estudo que partilham vários detalhes/soluções observadas no mundo natural e que podem ser fundamentais na elaboração de um novo projecto de estudo para a captação de água potável. Estes casos são antecidos por uma investigação criteriosa ao besouro do deserto da Namíbia (*Onymacris unguicularis*) realizada pelos cientistas Thomas Nørgaard e Marie Dacke em 2010 e que fornecem pormenores naturais do besouro e um guia natural para futuros projectos de design de produto e são concluídos todos os pontos essenciais para um futuro projecto.



Ainda neste capítulo o autor apresenta uma proposta conceptual de um equipamento para captação de névoa, inspirado na observação do besouro e disponibilizando água potável para uso individual. A captação da névoa é feita a partir da observação natural e da emulação formal e estrutural do animal. Por último são apresentadas as conclusões finais obtidas da presente investigação, onde a biomimésis é considerada por muitos como a ciência do futuro, que se foca no uso dos princípios biológicos para a resolução de muitos dos problemas relacionados com design, produção, consumo e processo de raciocínio do designer, procedendo-se a uma síntese das noções gerais do tema desenvolvido.

*“Quando a natureza trabalha, cria um génio para o fazer.”*

Ralph Waldo Emerson (EUA 1803.1882)

#### i.4 Metodologias de processo · design & biomimicry thinking

A presente dissertação segue uma linha de pensamento e de processo dividida em duas fases e baseado no “double diamond” apresentado pelo design council em 2007 . Na primeira fase (descoberta) é realizada uma pesquisa divergente sobre a evolução do objecto até à actualidade, da sociedade, da indústria e da sustentabilidade. Após a divergência de informação, são sintetizadas/definidas em conclusões e tópicos, os assuntos importantes a reter que sejam fundamentais na elaboração de um projecto. Esta fase enquadra todo o primeiro capítulo e toda a pesquisa obtida provém de consulta bibliográfica, teses, dissertações, entrevistas a designers e professores de diversas instituições e de consulta online a organizações e instituições ligadas ao mundo natural, tecnológico e científico que sejam úteis ao tema a desenvolver durante a metodologia de pesquisa. Esta dissertação também conta com a parceria de instituições nacionais e internacionais, que contribuíram com informação acerca do mundo natural e apoiaram com visitas guiadas às suas instalações, para melhor compreensão das estratégias desenvolvidas pela natureza e ao mesmo tempo permitiu envolver a investigação com o mundo animal.

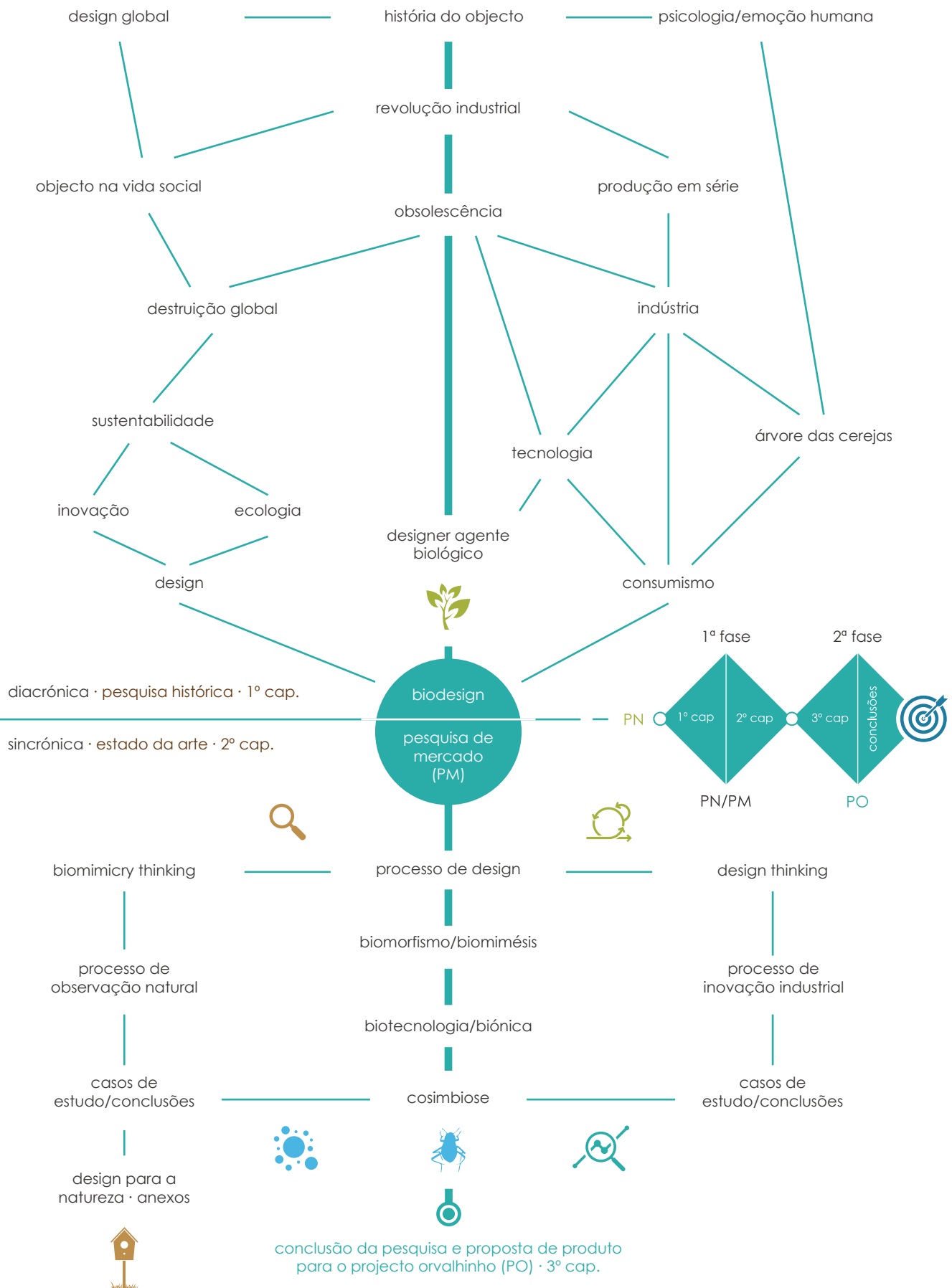
Através dos conhecimentos adquiridos na primeira fase, a segunda fase inicia com as ligações ao mundo da biomimética e do biodesign, desenvolvendo metodologias de projecto do biomimicry thinking e design thinking, originando um processo de design que organiza uma linha de pensamento para uma nova investigação divergente focada no problema apresentado pelo título da presente dissertação. Foram contactados designers nacionais e internacionais que já desenvolveram soluções biónicas, que contribuíram com conhecimento e métodos para a solução final proposta pela dissertação. O terceiro capítulo engloba toda a investigação da possível solução de design de produto e termina com a apresentação conceptual do mesmo.

A presente dissertação procura melhorar este ciclo de más decisões globais que em muito têm prejudicado o nosso planeta e desta forma, fazermos parte da genialidade que nos rodeia.

Perguntar á natureza (PN)

## i.5 Organograma

linha de pensamento



Capítulo 1 | a “natureza” humana · design para a  
sustentabilidade e inovação social





abelha do mel · por todo o globo

o sentido de comunidade de uma colónia pode  
influenciar o pensamento social

abelha do mel · favos de mel da colmeia

no pensamento de design todos os elos de ligação interdisciplinar são  
importantes, dando forma e consistência ao projecto



“A melhor maneira de prever o futuro é construindo-o”

Abraham Lincoln (1809.1865) antigo presidente norte-americano

“A sabedoria da natureza é tal que não produz nada de supérfluo ou inútil”

Nicolau Copérnico (1473.1543) astrónomo e matemático polaco

## 1.1 O objecto · a necessidade racional de fabricar utensílios

“O objecto é coextensivo com o homem: o critério da hominidade é a fabricação racional do utensílio”<sup>6</sup>. Antes de entrarmos no mundo biomimético, é necessário compreender como funciona a mente humana e o modo como agimos enquanto sociedade perante o objecto e entender como as nossas vidas foram alteradas por uma psicologia de consumo. O *Homo sapiens*, de carácter nómada e de escassa diversidade técnica, fabricava objectos com materiais orgânicos e inertes, que podiam ser deixados em qual quer lugar que rapidamente voltariam a fundir-se com a natureza, mas com a sua evolução transformou o mundo actual num cemitério de dezenas de milhões de objectos prejudiciais ao meio ambiente e de difícil absorção orgânica por parte do mundo natural, levando centenas de anos a deteriorar-se. O etnólogo Jean Poirier, no livro *História dos costumes - o homem e objecto* afirma que “o homem transformou-se num home faber substituindo a natureza pelo artificial onde se rodeou de uma ‘tecnosfera’ que tem vindo a multiplicar-se incessantemente, afogada de derivados de plástico feito por máquinas que fragilizam a sua relação com o natural, começando pelo próprio corpo humano”<sup>7</sup>.

Desde as suas origens que o homem teve a necessidade de se abrigar e sedentarizar-se introduzindo o seu corpo numa capa protectora que é o vestuário e de seguida constrói uma casa que se torna num segundo vestido complementar ao primeiro. A fabricação do objecto passa a ser a base da humanidade, e desde há muito, especialmente da sociedade actual, “é possível dizer que o homem se define e caracteriza-se pelo objecto que possui. Foi pela posse de objectos que a prosperidade e evolução das sociedades foi garantida”<sup>8</sup>. O engenho de conceber foi o factor de diferenciação entre os homens e os outros animais e “o galho de uma árvore transformado numa vara foi o primeiro momento de interacção directa entre o animal e a natureza. Esta acção é um bom exemplo da passagem da natureza para a cultura e talvez o primeiro atentado do ser humano contra o mundo natural”<sup>9</sup>. O instrumento construído não é uma simples utilização do objecto da natureza, é o produto do trabalho inteligente.

O artefacto foi a principal testemunha da evolução do ser humano e ajuda a perceber a história tecnológica das sociedades humanas. Poirier relata que “os mais antigos testemunhos arqueológicos de instrumentos datam há 2 milhões e 600 mil anos. São as lâminas de sílex e quartzo criadas pelos Australopitecos oriundos da África do Sul e Oriental que constituem o primeiro limiar tecnológico e é provável que antes tenham sido manipuladas algumas conchas, ossos e bambu para o efeito de funcionarem como objectos cortantes. Este foi talvez o primeiro limiar tecnológico digno de registo. O segundo limiar tecnológico de relevância foi o domínio do fogo há mais de 800 mil anos”<sup>10</sup>.



<sup>6</sup> Poirier, Jean - *História dos costumes: o homem e o objecto*. Lisboa: Editorial Estampa, 1999. p. 9. <sup>7</sup> Ibid. <sup>8</sup> Maia, Pedro Bandeira - *A inspiração biológica no design de produto*. Dissertação de Mestrado pela Escola universitária das Artes de Coimbra, 2009. <sup>9</sup> Poirier, Jean - op cit. p. 14. <sup>10</sup> Ibid. p. 17.

Os trabalhos do antropólogo Carleton Coon<sup>11</sup> e da sua equipa mostraram que o fogo, durante muitos anos, “foi utilizado pelos homens do paleolítico<sup>12</sup> apenas como protecção contra animais e frio. Só há 200 mil anos, o ser humano começou a cozinhar os alimentos”<sup>13</sup>. Apesar do primeiro material artificial/natural (terracota<sup>14</sup> - argila cozida) criado pelo homem ter aparecido há cerca de 25000 anos a.C. com a estatueta de Vénus de Dolní Vestonice<sup>15</sup>, o terceiro limiar tecnológico consolida-se (depois de uma lenta mas continua evolução), a partir do milénio VIII a.C., com a transformação da vida humana através da chamada “revolução neolítica” baseada no aparecimento de cinco inovações: a domesticação das espécies vegetais e animais (agricultura e criação de gado), a habitação fixa e permanente (sedentarização), a capacidade de modificar a argila e terracota em objectos (cerâmica), e o polimento da pedra (maior eficiência e eficácia das ferramentas através de gumes cortantes).

O quarto limiar tecnológico situa-se por volta do milénio IV a.C., onde a criação de objectos “artificiais que não existiam na natureza resultam inteiramente de uma capacidade inventiva humana extraordinária. Após a utilização e transformação do ouro e do cobre em materiais técnicos, seguiu-se, rapidamente o aparecimento da primeira liga (mistura de cobre com estanho), o bronze”<sup>16</sup>. Pode-se considerar a manipulação dos metais como a primeira grande inovação, pois a metalurgia implicou uma mudança radical no meio ambiente, ou seja constituiu a primeira acção da humanidade de alteração disponível na natureza para uma matéria nova, manipulada e fabricada pelo homem. A cerâmica foi a transformação física de um material (terracota ou argila) através do processo de cozedura, tornando-se artificial, mas não num material novo como o bronze. A figura 1<sup>17</sup> exemplifica em datas a evolução do artefacto.



F. 1 · Intervalos quantificados em anos de cada um dos avanços tecnológicos definidos ao longo da história.

11 (1904.1981) Antropologista americano e presidente da American Association of Physical Anthropologists. Professor nas Universidades da Pennsylvanis e Harvard. 12 Segunda a periodização clássica, o homem do paleolítico existiu no período da Pré-história, que é compreendido desde as origens do homem até 4000 anos a.C. 13 Coon, Carleton S. - **The story of man**. New York: Alfred A Knopf, 1955. 14 A terracota caracteriza-se pela queima em torno dos 900 °C, apresentando baixa resistência mecânica e alta porosidade, necessitando um acabamento com camada vítrea para torná-la impermeável. 15 A estatueta de Vénus de Dolní Vestonice foi o primeiro achado arqueológico feito de material artificial. Encontrada na actual República Checa há cerca de 25000 anos a.C., encontra-se no museu de Brno. (www.mzm.cz). 16 Poirier, Jean - op cit. p. 20. 17 Ibid. p. 25.



A segunda grande inovação foi “a escrita como factor de memorização e difusão do saber, introduzindo uma transformação total na comunicação. Os primeiros vestígios da escrita (3500 a.C.) aparecem materializados em tábuas de argila na mesopotâmia<sup>18</sup> e nas pedras egípcias com hieróglifos<sup>19</sup>. Os suportes de escrita evoluíram do papiro ao pergaminho e tecnologias associadas, da tipografia às máquinas de escrever e actualmente para a escrita “virtual” dos computadores. Praticamente ao mesmo tempo da escrita surgiu a terceira grande inovação, que foi a roda, eliminando os pesados troncos cilíndricos das árvores que serviam de rolamentos para a movimentação horizontal de peças pesadas como as pedras usadas para a construção de templos. A roda permitiu o oleiro aperfeiçoar a técnica da cerâmica assim como peça fundamental para os moinhos de vento e água”<sup>20</sup>. Estas três inovações conjugadas deram início a uma época “técnica”, cuja revolução permitiu a criação de artefactos cada vez mais especializados, completos e eficientes, o que acabaria por resultar na tecnosfera actual em que homem se encontra, conduzindo á “dependência” do sujeito face ao artefacto.

Na fig. 1, é possível observar que o princípio da exponencialidade está bem patente desde o início de todo o processo. O ritmo evolutivo das inovações nunca pára de acelerar. Numa análise objectiva percebemos que foram precisos ao ser humano dois milhões de anos para evoluir do fabrico do objecto e chegar ao uso do fogo, mas já só foram necessários menos de dois séculos para se passar do motor a vapor ao chip de computador.



F. 2 · Biface triangular, instrumento lítico do Paleolítico Médio. Provavelmente a imagem apresentada é uma réplica | F. 3 · Ponta de flecha em obsidiana, pedra vulcânica muito valorizada no Paleolítico | F. 4 · Réplica de um machado paleolítico constituído por pedra, madeira e corda de raízes

18 A Mesopotâmia é a denominação de um planalto de origem vulcânica localizado no Oriente Médio, delimitado entre os vales dos rios Tigre e Eufrates, ocupado pelo actual território do Iraque e terras próximas. A região é considerada um dos berços da civilização. 19 A escrita hieroglífica constitui um sistema organizado de símbolos e era principalmente vocacionada para inscrições formais nas paredes de templos e túmulos, essencialmente no antigo Egipto. 20 Poirier, Jean - op cit. p. 21.



F. 5 · Vénus de Dolní Vestonice. Actual República Checa. 25000 a.C. Terracota. Museu de Brno | F. 6 · Zona arqueológica de Göbekli Tepe, na actual Turquia. Primeiro vestígio de sedentarização há cerca de 10 000 a.C. | F. 7 · Hieróglifos do antigo Egipto (3500 a.C.)

### 1.1.1 O objecto · a evolução da cultura visual e da relação com o meio ambiente

A espécie humana, que actualmente conta com 7 mil milhões<sup>21</sup> de indivíduos, modificou de tal maneira o meio ambiente que, “na fase actual da terra, já começou a atingir gravemente a biodiversidade das espécies (terrestres e marinhas) e a médio prazo, ameaça a sua própria sobrevivência”<sup>22</sup>. A nossa pegada ecológica<sup>23</sup> teve um aumento exponencial nos últimos 50 anos e torna-se cada vez mais exigente e difícil de saciar. O estudo da evolução “compreende as formas de origem da vida, como ela se diversificou e de que maneiras as diferentes criaturas se originaram de outras. A extinção das espécies é uma das formas naturais pelas quais a evolução se processa”<sup>24</sup>. A evolução biológica implica extinção de espécies, uma vez que a selecção natural de Charles Darwin<sup>25</sup> significa a sobrevivência do mais adaptado a cada ambiente.

● ●

<sup>21</sup> Dados actualizados obtidos na revista National Geographic USA - **Population 7 Billion**. Edição de Janeiro de 2011. <sup>22</sup> Bertrand, Yann Arthus - **366 dias para reflectir sobre o nosso planeta**. Paris: Forlaget Jorden, 2004. <sup>23</sup> A expressão Pegada Ecológica é uma tradução do inglês “ecological footprint” e refere-se, em termos de divulgação ecológica, à quantidade de terra e água que seria necessária para sustentar as gerações actuais, tendo em conta todos os recursos materiais e energéticos gastos por uma determinada população. <sup>24</sup> Revista National Geographic Portugal - **Darwin estava enganado?** Edição de Novembro de 2004. <sup>25</sup> (1809.1882) Cientista britânico pioneiro no estudo cuidadoso e criterioso sobre a evolução das espécies. A sua investigação permitiu um conhecimento comum na sociedade sobre espécies de antes desconhecidas na sua época.



É neste conceito de selecção natural, que diversos profissionais obtêm informação a partir da observação da natureza para resolver problemas na nossa sociedade actual, uma vez que é nas espécies que sobreviveram até aos nossos dias, que deriva o conhecimento fundamental de subsistência sem originar desperdício. Assim, á medida que ocorrem mudanças ambientais, muitas espécies e até grupos inteiros (famílias) podem ser extintos como acontece em consequência de alguns cataclismos ditos naturais. Através da paleontologia<sup>26</sup>, os cientistas já documentaram cinco grandes extinções<sup>27</sup> em massa ao longo da história da terra e em cada extinção, cerca de 50% das espécies foram eliminadas. As graves alterações que os seres humanos têm introduzido na natureza leva à afirmação por um grande número de cientistas que uma sexta extinção será inevitável nos próximos cem anos, se algo não for feito para reverter essa situação e se o homem continuar a ser ambientalmente incorrecto. O professor e sociobiólogo Edward Wilson<sup>28</sup>, da universidade de Harvard nos E.U.A, no seu livro *O futuro da vida*, estima “que se a actual taxa de destruição humana da biosfera continuar, metade das espécies de seres vivos estará extinta nesses 100 anos”<sup>29</sup>.

A União Internacional para a Conservação da Natureza (UICN), com sede na Suíça e que desenvolve estudos sobre 41.415 espécies (de um total de cerca de 8,7 milhões<sup>30</sup> conhecidas), avalia que “16.306 de entre elas estão ameaçadas, ou seja, um mamífero em cada quatro, uma ave em cada oito, um terço de todos os anfíbios e 70% de todas as plantas estudadas correm perigo”<sup>31</sup>. Este declínio poderá ser contido e actualmente já muitas organizações lutam contra a possível catástrofe, no entanto, o “declínio corre o risco de se ampliar quando o nosso planeta atingir 9,3 mil milhões de humanos, provavelmente em 2050”<sup>32</sup>. Os biólogos americanos Paul Ehrlich e Robert Pringle da universidade de Stanford apresentam algumas medidas num artigo intitulado *Where does biodiversity go from here*, publicado pela revista centenária (1915-2015) PNAS<sup>33</sup> em 2008 e especializada em assuntos científicos, numa edição que dedica um dossier especial à sexta extinção, onde acreditam que ainda é possível evitar o rápido declínio das espécies através da aplicação de diversas medidas radicais/tomadas no plano mundial. Estes dois investigadores não hesitam em declarar que “...o futuro da biodiversidade no decorrer dos próximos 10 milhões de anos será certamente determinado pelo que acontecerá nos próximos 50 anos a 100 anos, em função da actividade de uma única espécie, o Homo Sapiens, que tem apenas 200.000 anos de existência. Esta espécie Homo Sapiens, ainda na sua “adolescência” em relação ao planeta terra, é um adolescente malcriado, é um narcisista que pressupõe a sua própria imortalidade, andou a maltratar o ecossistema que o criou e o mantém vivo, sem se preocupar com as consequências dos seus actos”<sup>34</sup>, acrescentam Ehrlich e Pringle.



<sup>26</sup> Ciência natural que estuda o desenvolvimento passado geológico da terra através da formação dos fósseis. <sup>27</sup> Fonte obtida: (<http://www.terra.com.br/noticias/infograficos/extincao-massa/>) ou ([en.wikipedia.org](http://en.wikipedia.org)). <sup>28</sup> (1929) Entomologista e biólogo norte-americano conhecido pelo seu trabalho nos campos da ecologia. É especialista em formigas, em particular no uso de feromonas para comunicação. <sup>29</sup> Wilson, Edward - *The future of life*. Random House Inc., 2002. <sup>30</sup> Fonte obtida da BBC News. Dados disponíveis em agosto de 2011. ([http://www.bbc.co.uk/portuguese/noticias/11/08/110824\\_especies\\_numero\\_pesquisa\\_rw.shtml](http://www.bbc.co.uk/portuguese/noticias/11/08/110824_especies_numero_pesquisa_rw.shtml)). <sup>31</sup> Estudo desenvolvido pela UICN. ([www.iucn.org](http://www.iucn.org)). <sup>32</sup> Dado obtido na revista National Geographic Portugal - *Como alimentar 9 mil milhões*. Edição de Maio de 2014. <sup>33</sup> PNAS - Proceedings of the National Academy of Sciences of USA. ([www.pnas.org](http://www.pnas.org)). <sup>34</sup> Fonte da informação no website oficial do Stanford University. (<https://c-b.stanford.edu/publications>).

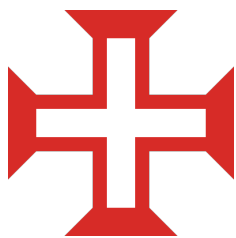
O ser humano com pouco tempo de existência está à beira de destruir 3.8 mil milhões de anos de evolução. O *Homo sapiens*<sup>35</sup> terá de encontrar forçosamente uma solução para continuar a existir enquanto espécie. Essa solução poderá estar na ciência biomimética. A utilização de novas formas de energia, a começar pela máquina a vapor<sup>36</sup> que substituiu a força humana por mecânica com o aproveitamento das energias da água e vento, depois ultrapassada pelo motor eléctrico e agora pela procura eminente da desintegração nuclear, criou um monstro massivo de produção implementando a chamada sociedade de consumo.

Ao longo da história é possível encontrar sucessivos “motores” que alteraram o meio ambiente. O primeiro foi o motor humano, um motor “natural” que fazia uso da força muscular para criar utensílios até ao neolítico. O segundo motor, que foi conjugado diversas vezes com o motor humano foi o músculo animal, que surgiu com domesticação a partir do milénio VIII a.C. e que transformou toda a realidade técnica e social da altura. O terceiro motor é a “energia” da natureza, a qual o homem dominou através de algumas técnicas e equipamentos a força da água e do vento, como os moinhos de vento e água que durante dois milénios foram a única fonte de energia. O quarto motor e o único prejudicial para o meio ambiente é a força da combustão.

O poder da pólvora, apesar de “ter um início discreto em meados do século IX foi um invento utilizado pelos chineses e que no século XII se aperceberam das suas potencialidade para a arte da guerra, começaram a desenvolver mecanismos militares como defesa e ataque contra os seus inimigos. Estes mecanismos rapidamente se espalharam pelo mundo inteiro com o início dos descobrimentos portugueses”<sup>37</sup>. A época dos descobrimentos originou a primeira aldeia global e despoletou uma rápida evolução comunicativa, técnica e material dando origem à era moderna. A cruz vermelha da ordem de Cristo nas velas das caravelas portuguesas foi “o primeiro símbolo global e com este efeito pode-se afirmar que surge então o primeiro design de comunicação global”<sup>38</sup>. Derivado ainda das descobertas surge mais um objecto de valor que contaminou o mercado de consumo à escala mundial, a primeira moeda global<sup>39</sup> que serviu de padrão económico<sup>40</sup> e aceite em todo o mundo, o “português”<sup>41</sup> de ouro do rei D. Manuel I (1469.1521).



<sup>35</sup> Humano conhecido taxonomicamente como *Homo sapiens*, do latim "homem sábio". Com origem na África há cerca de 200 mil anos, atingiu o comportamento moderno há cerca de 50 mil anos. <sup>36</sup> No final do século XVII, Thomas Savery utilizou a máquina a vapor pela primeira vez para retirar água de poços de minas. Esta máquina permitia transformar a energia armazenada de vapor quente em energia utilizável e preconizava a utilização intensiva desta fonte de energia na indústria, substituindo o aproveitamento da energia eólica e hídrica, dependente das condições meteorológicas e portanto imprevisível - ([www.infopedia.pt](http://www.infopedia.pt)). No entanto em 1775, foi James Watt, (1736.1819) engenheiro escocês que melhorou em muito o conceito e rendimento original da máquina. (Documentário James Watt e a máquina a vapor - <https://www.youtube.com/watch?v=CfZ2bnqFS88>). <sup>37</sup> Page, Martin - **A primeira aldeia global**. Lisboa: Casa das Letras, 2008. p. 8. <sup>38</sup> Parra, Paulo. Vilar, Emilio Távora (coord.) - **Design et al**. Lisboa: D. Quixote, 2014. p.152. <sup>39</sup> Ibid. op cit. p.152. <sup>40</sup> Salgado, Javier Sáez - **Moedas de ouro de Portugal**. Lisboa: Numisma Leilões, 2001. p. 25. <sup>41</sup> Revista Moeda - Nº2. Lisboa: 2012. | Revista Moeda - Nº4. Lisboa: 2013. É possível ver a moeda e toda a história da mesma na colecção privada do Banco de Portugal. (O Português: moeda de prestígio internacional - [www.bportugal.pt](http://www.bportugal.pt)).



8



9



F. 8 · Cruz da Ordem de Cristo portuguesa (desde 1143) | F. 9 · Moeda de ouro “o Português” (circulou entre 1495.1565) de D. Manuel I

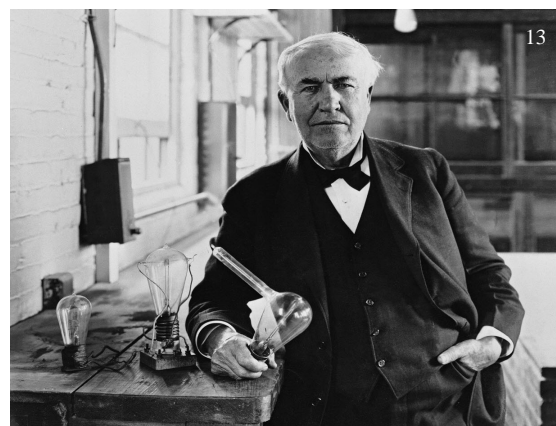
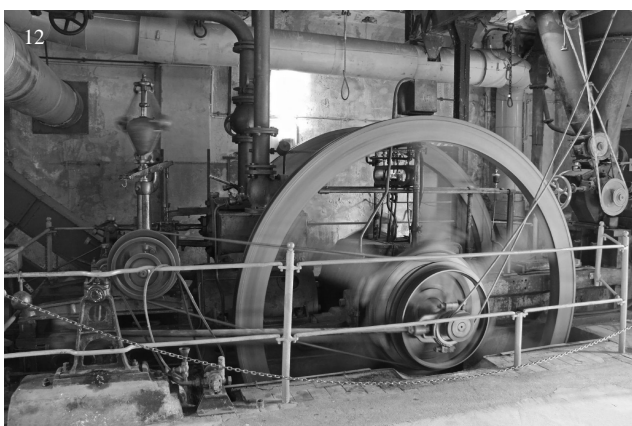
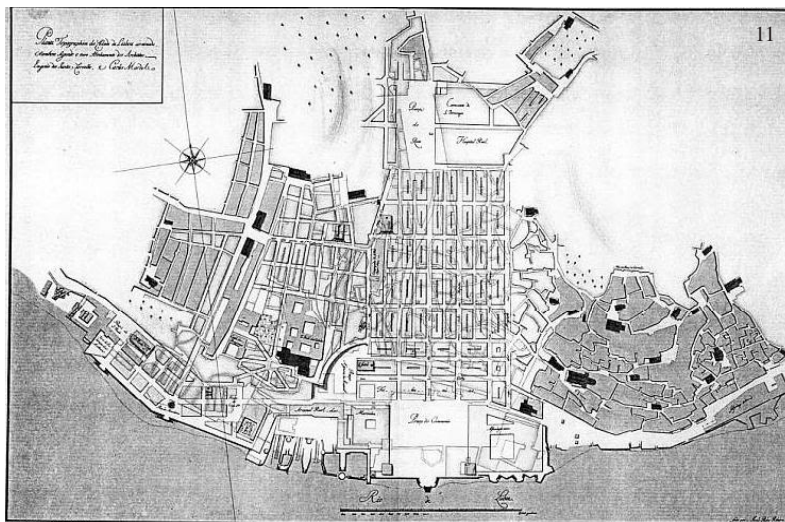
### 1.1.2 O objecto industrial prematuro à revolução industrial

Muito antes de Henry Ford criar o sistema de fabrico automóvel em serie em 1907, Portugal 150 anos antes, através de Sebastião José de Carvalho e Melo, mais conhecido por marquês de Pombal, idealizou “um processo muito mais económico e rápido de produção, como foi o caso da reconstrução da baixa pombalina em 1755 após o terramoto, introduzindo de forma inédita o fabrico seriado e tipificado”<sup>42</sup>. A única diferença para o modelo do *Taylorismo* presente nas fábricas Ford, é que o processo é industrial e mecanizado, enquanto em Portugal naquele tempo era manual e através de máquinas que não faziam uso de combustíveis. Estas decisões marcam sem dúvida, uma primeira visão estratégica da futura produção em Portugal.

Após alguns anos de investigação, James Watt e Thomas Newcomen desenvolveram “uma máquina a vapor mais eficiente e eficaz, assinalando o começo dos primórdios da Revolução Industrial tal como é conhecida actualmente e com esta a suas irreversíveis consequências: os seus milagres tecnológicos, as suas transformações económicas, a multiplicidade dos objectos e produtos desde então fabricados em serie”<sup>43</sup>. Apesar de esta revolução nunca ter sido projectada, ganhou forma gradualmente, à medida que os industriais da altura tentavam resolver os problemas do quotidiano com novos produtos e na tentativa de ganhar vantagem sobre a concorrência numa época que eles consideravam ser um período de rápidas e massivas alterações sem precedentes. Em 1840, as fábricas que em tempos faziam milhares de artigos por semana, passaram a ter meios para produzir o mesmo num dia.

• •

<sup>42</sup> Parra, Paulo. Vilar, Emílio Távora (coord.) - op cit. pp.152-158.<sup>43</sup> Poirier, Jean - op cit. p. 229.



F. 10 · Ilustração da capa do livro “O Fundador” do autor brasileiro Aydano Roriz, publicado em 2011 - Caravela portuguesa (1415.1543) da frota de Pedro Álvares Cabral (descobridor do Brasil em 1500) | F. 11 · Planta de reconstrução da baixa pombalina em Lisboa (1756) | F. 12 · Máquina a vapor nos inícios do século XIX | F. 13 · Lâmpada incandescente (1879) de Thomas Edison (1847.1931)

O aparecimento do barco a vapor e do caminho-de-ferro permitiu que os produtos fossem exportados de uma maneira mais rápida, abrindo novos mercados para escoar os produtos. Nas primeiras fábricas industriais, a matéria-prima era considerada cara, mas a força de trabalho humano era barato e sem regras. Os trabalhadores deixaram o campo e mudaram-se para urbes nas imediações das fábricas originando o êxodo-rural. Estas pessoas poderiam trabalhar doze ou mais horas por dia. Como consequência, as áreas urbanas aumentaram, as vendas de consumíveis proliferaram e a população aumentou. Cada vez existiam mais empregos, pessoas, produtos, novas fábricas, negócios e mercados. Apesar de a revolução não ter sido planeada, houve um motivo para ter acontecido, houve uma necessidade económica, guiada pelo desejo de aquisição. Na maior parte das indústrias, este desejo significou transitar de um sistema de trabalho manual para a mecanização de processos.



Com a explosão da industrialização, aparecem várias instituições que ajudaram a que esta se afirmasse e ganhasse ainda mais força, como os bancos, as bolsas de valores e a imprensa, gerando mais emprego em diferentes áreas, aumentando a classe média, que antes não existia e incrementando um maior poder aquisitivo. Nos finais do século XIX, com o aumento da produção, os produtos ficaram mais baratos e fáceis de adquirir, apareceram os transportes públicos, distribuição de água e saneamento básico, recolha de lixo aumentando as “condições de vida”.

A produção em massa do carro pode ser considerada como o grande “motor” de toda a industrialização a que o mundo assistiu desde o início do século passado. No início de 1890 o automóvel era feito manualmente de forma lenta e cuidadosa e era considerado um produto de luxo. Henry Ford<sup>44</sup> antes de fundar em 1903 a Ford Motor Company trabalhou como engenheiro e construtor de carros de corrida, que o próprio conduzia. Ford, ao perceber-se que para construir carros para o americano de classe média (uma classe em expansão) e não só para os abastados, teria de conseguir construir veículos em grande escala e mais baratos.

Em 1908, a sua empresa começou a produzir o lendário Modelo T. Em 1909 anunciou que este iria ser o único modelo em produção da marca e em 1910 mudou a companhia para uma fábrica maior, onde já podia utilizar electricidade como fonte energética e onde reuniu várias etapas de produção dentro do mesmo espaço. A inovação verdadeiramente revolucionária de Ford foi a linha de produção em série idealizada por si do início ao fim. No livro *Cradle to cradle: remaking the way we make things* podemos consultar que “a grande inovação de Ford foi trazer os materiais até ao homem em vez de ser o homem a ir ao encontro do material. Henry Ford e toda a equipa de engenheiros da empresa planearam uma linha de montagem dinâmica baseada nas linhas de montagem existentes na indústria de carne de Chicago”<sup>45</sup>. Estas linhas transportavam os veículos até aos trabalhadores o que permitia que cada um deles conseguisse especializar-se numa única tarefa à medida que o veículo ia percorrendo a linha de montagem, conseguindo reduzir consideravelmente o tempo de construção. Estes avanços proporcionaram a produção em massa do carro onde vários eram construídos de uma só vez e no mesmo local.

As vantagens da standardização e produção centralizada eram várias e conseguiam trazer grandes incrementos monetários aos industriais. Winston Churchill<sup>46</sup> chamou de “o arsenal da democracia” e prova disso foi a capacidade de resposta às necessidades exigidas pela 1ª e 2ª Guerra Mundial. Outro aspecto importantíssimo do Modelo T foi a acessibilidade comercial que permitiu à generalidade dos consumidores a sua aquisição.



<sup>44</sup> (1863.1947) Empreendedor de nacionalidade americana e o primeiro empresário a aplicar a montagem em série de forma a produzir em massa automóveis em menos tempo e em menor custo. <sup>45</sup> McDonough, M. Braungart, W. - **Cradle to cradle: remaking the way we make things**. New York: North Point Press. 2002. p. 22. <sup>46</sup> (1874.1965) Estadista britânico, escritor, jornalista, orador e historiador, famoso principalmente pela sua actuação como primeiro-ministro do Reino Unido durante a Segunda Guerra Mundial.

Esta incrementação industrial aumentou o salário mínimo oferecido da época, ofereceu novas oportunidades de trabalho e melhorou a qualidade de vida da população em geral, tanto pelo nível satisfatório de trabalho como das vantagens que o automóvel trouxe à sociedade. Analisando pela perspectiva do design, o Modelo T, simbolizou os objectivos dos primeiros industriais, ao fazer um produto que era desejado, acessível e possível de ser manuseado por qualquer um e em qualquer lugar, através de uma produção rápida e de baixo-custo, características que ainda hoje se mantêm válidas na indústria, apesar de actualmente a panóplia técnica da humanidade compor-se em muitas centenas de milhões de objectos fabricados industrialmente.

É importante salientar que o carro enquanto denominado como produto, é um equipamento composto por centenas de objectos e peças diferentes. Estes novos meios de transporte como o carro, o comboio, o barco a vapor, trouxeram passados 100 depois de uma época que ainda mal se conhecia as potencialidades do motor a vapor, uma panóplia de equipamentos que infestaram a sociedade e forma de como esta os geria, não havendo se quer algum tipo de pensamento de reutilização material no final do século XIX. Henry Ford além de todas as inovações que implementou na indústria, uma muito importante foi que a Ford Company recebia todos os automóveis de volta à origem que eram descartados como lixo depois da sua vida útil. Deu assim ao início da reutilização de matéria a nível industrial no início do século XX.

Em 1901, os EUA viviam a sua primeira época de ouro a nível global com toda a nova industrialização e muitas pessoas ganharam fortunas com diferentes tipos de negócio ligado ao consumo e produto. Este crescimento económico também trouxe descontentamento por parte da classe operário que realizavam todo o tipo de trabalho “sujo” e ganhavam muito pouco em relação aos magnatas que detinham todo o bolo económico americano da altura como as metalúrgicas, caminhos-de-ferro, explorações petrolíferas, electricidade e companhias de construção civil. John Piermont Morgan<sup>47</sup> que “foi um dos homens mais poderosos do mundo no início do século XX ao tornar-se pioneiro na adopção de uma política económica generalizada de grande escala (o chamado capitalismo liberal) e detinha a chave de toda a economia americana. Ao perceber que na compra de várias cotas accionários de diferentes industrias/empresas, alcançaria níveis de riqueza individual nunca antes vistos”<sup>48</sup>. JP Morgan foi quem inspirou à criação do personagem do jogo monopólio<sup>49</sup> e disse “um homem que conta o dinheiro, não é um homem rico”.



<sup>47</sup> (1837.1913) Banqueiro americano que dominou as finanças corporativas e consolidou a indústria no final do século XIX. (www.jpmorgan.com). <sup>48</sup> Série televisiva “**Objectos Unidos da América**” do Canal História. <sup>49</sup> No campo económico, monopólio designa uma situação particular de concorrência imperfeita, em que uma única empresa detém o mercado de um determinado produto ou serviço, conseguindo, portanto influenciar o preço do bem comercializado. Monopólios podem surgir com características particulares do mercado ou devido a regulamentação governamental, o monopólio coercivo.



F. 14 · Henry Ford Company logo | F. 15 · Henry Ford Company - linha de montagem da carroçaria em 1910 | F. 16 · Henry Ford Company - montagem da carroçaria com o chassi em 1910 | F. 17 · Expedição do Modelo T em 1912 | F. 18 · Henry Ford ao lado do modelo T HR de 1921 | F. 19 · Ford modelo T de 1912

Andrew Carnegie<sup>50</sup>, um dos maiores rivais financeiros de Morgan, inventa uma nova forma de fazer negócio que definiu as empresas até hoje, ao deter e controlar todos os meios de produção e assim criar empresas maiores, mais ricas e com uma produção rápida e barata em relação aos seus concorrentes, pois conseguia controlar com maior eficácia as despesas de produção, diminuindo o preço dos produtos, além de não necessitar de terceiros para produzir, tornando o processo de implementação no mercado mais rápido. É perceptível que com uma sociedade em crescimento e com centenas de magnatas pelo meio, começa a existir uma disputa de poder e imagem e todos procuram adquirir objectos de luxo ou mostrar novos produtos industriais que só 1% da sociedade americana poderia ostentar. Era uma tentativa de adornar o poder que cada um detinha. Nesta época trata-se tudo de um jogo de visão para alcançar a riqueza.

### 1.1.3 O objecto na vida social · a interligação entre o homem e a sua mensagem

O objecto pode ser considerado como uma narrativa, onde “exprime uma ou mais mensagens para o utilizador e que por vezes o destinatário compreende apesar de codificada. Ao longo da evolução humana, foi possível confirmar a existência de marcas de chefia que são indicadores específicos, como o bastão de comando ao ceptro ou do trono ao guarda-sol (disseminado de África até à China). O objecto sempre foi ligado ao poder e o poder sempre foi universal”<sup>51</sup>. No plano institucional, basta pensar na importância do significado que as condecorações ou medalhas se revestem e no plano social, os sinais exteriores de riqueza como as jóias para propagandear o “êxito” ou a opulência, possuindo uma função importante como a “identificação de estatutos”. Um caso muito interessante de analisar foi a forma de como o simbolismo inicial das luvas foi totalmente subvertido, quando esta peça de vestuário servia unicamente para proteger as mãos dos burgueses e passaram a ser acessórios necessários ao operário, agricultor e também à dona de casa. Deixou de ser um símbolo de classe social e não deixa de ser irónico e impressionante esta alteração de significados e mensagens de “coisas” tão banais como umas luvas nos dias de hoje. A sociedade actual é constantemente bombardeada com um mundo desenhado artificialmente e repleto de sinais enviados através dos objectos. Steve Cutts um ilustrador londrino, na sua animação sobre a vida do homem no planeta<sup>52</sup>, com cerca de três minutos e produzido em 2012, mostra o desejo profundo que a mente humana manifesta para possuir objectos, demonstração de poder sobre as outras espécies e a constante necessidade de evolução massiva no plano de consumo de produto.



<sup>50</sup> (1835.1919) Empresário financeiro e industrial americano nascido na Escócia. Fundador da Universidade Carnegie Mellon e filantropo, doando no final da sua vida, cerca de 90% da sua riqueza para fins medicinais, educativos e sociais. <sup>51</sup> Poirier, Jean - op cit. p. 14. <sup>52</sup> Animação de Steve Cutts “Man”. (www.stvecutts.com)



Existem inclusive nas sociedades industriais, “objectos subjectivos” para adoração a um ser invisível, como os objectos sagrados carregados de uma força simbólica e transcendente. Contudo, nestas sociedades existe ainda outra necessidade de assistir a uma constante troca de objectos gratuitamente e em grande número, baseados apenas num preenchimento emocional momentâneo, como por exemplo a necessidade de trocar um iPhone 5, por outro modelo com o número “6”, mas que simplesmente levou um design renovado, tudo para o seu possuidor se sentir emocionalmente satisfeito e bem sucedido.

As indústrias projectam e planeiam de acordo com este género de raciocínio e desde a Revolução Industrial que não conferem uma segunda vida aos produtos materiais privilegiando a individualidade em detrimento de uma comunidade saudável e justa.

## 1.2 O pensamento obsoleto · a “natureza” vulnerável do design de produto

“A natureza não cria desperdício”<sup>53</sup>

Janine Benyus (EUA, 1999)

De entre todos os animais, o ser humano “mostrou-se como uma espécie única na relação com o meio natural, enquanto os outros animais se adaptam às mudanças no meio ambiente, evoluindo as suas características genéticas ao longo de milhões de anos, produzindo por vezes, espécies novas com “upgrades” em relação à performance de sobrevivência da anterior. O homem tem alterado o planeta e deve começar a questionar a sua linha de evolução e repensar as consequências dos seus actos contra o meio natural”<sup>54</sup>. Deve procurar os seus erros e rectificá-los para o futuro e o designer enquanto profissional pode e deve iniciar através do seu trabalho uma linha de pensamento que cativa as mentalidades da sociedade para uma nova maneira de moldar e redesenhar o mundo. No actual sistema, o marketing<sup>55</sup> assume um papel decisivo, trabalha para que os consumidores sintam necessidades que na realidade não têm, transformando os produtos em desejos. Todos os sistemas liberais, como o capitalismo privado, estado socialista e economias mistas foram construídos na assunção de que devemos comprar mais, consumir mais, desperdiçar mais e descartar mais. Depois do 11 de setembro<sup>56</sup>, o presidente George W. Bush<sup>57</sup> incitou o povo norte-americano para comprar e consumir mais, de forma que a economia se revitalizasse com o dinheiro em circulação.



<sup>53</sup> Benyus, Janine - **Biomimicry: innovation inspired by nature**. New York: William Morrow & Company, 2002. p. 7. <sup>54</sup> Maia, Pedro Bandeira - op cit. p. 18. <sup>55</sup> Marketing é o processo usado para determinar que produtos ou serviços poderão interessar aos consumidores, assim como a estratégia que será utilizada nas vendas, comunicações e no desenvolvimento do negócio. A finalidade do marketing é criar valor de satisfação no cliente, gerindo uma relação lucrativa para ambas as partes. <sup>56</sup> (2001) Ataque terrorista às torres gémeas do World Trade Center de Nova Iorque e ao Pentágono em Washington, provocando cerca de 3000 mortes. <sup>57</sup> (1946) Político norte-americano, tendo sido o 43º presidente dos Estados Unidos entre 2001 e 2009. A sua presidência tem sido descrita por académicos como uma das piores da história americana.

Comprar um telemóvel novo todos os anos, trocar de carro de quatro em quatro anos, comprar casa de férias enquanto a habitação de trabalho ainda não está paga, pedir empréstimos e novos créditos para adquirir novas “coisas” tornou-se num hábito do quotidiano. Este pensamento de consumo trouxe ainda mais dívida, aumentou a crise (mais concretamente a subprime loan crisis<sup>58</sup>, a maior crise económica após 2ª Guerra Mundial até 2015) e com falência do banco Lehman Brothers Holdings Inc.<sup>59</sup> em 2008 gerou uma crise, que antes pertencia a um país, numa crise global com os preços dos alimentos, dos combustíveis e dos recursos naturais aumentarem exponencialmente, levando à banca rota países que já se encontravam endividados com os EUA e outros que já sofriam de carência financeira a colapsarem por falta de dinheiro para aquisição recursos naturais e de novos produtos. O consumismo é uma bola de neve que quando cresce, leva tudo atrás, tanto para o bem como para o mal.

Produzir e consumir foram conceitos chave em todos estes sistemas e em parte o design também teve culpa ao incitar emocionalmente o consumo. Mas se podemos considerar o design ecologicamente responsável, devemos, por outro lado perceber e aceitar que também foi revolucionário e poderá estar na vanguarda da solução destes problemas, ou seja, o designer poderá ser um elemento chave para a viragem desta massa consumista, apesar de a sociedade não deixar de consumir. Provavelmente a solução não está em proibir as pessoas de comprar, mas sim de os levar a consumir produtos ambientalmente responsáveis, ou estará na criação de produtos biodegradáveis.

Um número crescente de opiniões científicas afirma que o início de novo milénio representa a segunda grande cisão da história humana. Uma dessas opiniões é do conhecido sociólogo Alvin Toffler<sup>60</sup> que no seu livro *O choque do futuro*, diz: “estamos neste momento a viver a segunda grande fractura na história humana, só comparável com a primeira quebra na continuidade histórica, que foi a passagem da barbárie à civilização”<sup>61</sup>. É interessante analisar, que Toffler teve uma visão de futuro ainda mais assertiva que os visionários Bill Gates<sup>62</sup> e Steve Jobs<sup>63</sup>. Esta dependência profunda, quase suicida por uma abundância de luxo e do supérfluo tem raízes na história da nossa evolução enquanto indivíduo e mais genericamente em sociedade.



<sup>58</sup> Foi uma crise financeira em 2006, com origem na falência de instituições de crédito dos Estados Unidos, que concediam empréstimos hipotecários de alto risco, arrastando vários bancos para uma situação de insolvência, causando forte impacto nas bolsas de valores de todo o mundo. <sup>59</sup> Foi um banco de investimento e provedor de serviços financeiros a nível global, sediado em Nova Iorque. Após a sua falência em 2008, levou consigo outras instituições que dependiam financeiramente deste banco. <sup>60</sup> (1928) Escritor norte-americano, conhecido pelos seus estudos sobre a tecnologia e os impactos derivados desta. Actualmente focou-se a examinar a recção da sociedade perante as crises e como gera a mudança. <sup>61</sup> Toffler, Alvin - *Future shock*. London: Bantam Books, 1970. pp. 12-20. <sup>62</sup> (1955) Norte-americano, fundou em 1975 com Paul Allen a maior e mais conhecida empresa de software do mundo, a Microsoft. De acordo com a revista Forbes, em 2015 Bill Gates lidera em 1º lugar a lista de homens mais ricos do mundo, com uma fortuna avaliada em 79.2 mil milhões de dólares e a Microsoft posiciona-se em 25º na lista de empresas mais ricas do mundo com uma fortuna de 93.3 mil milhões de dólares. (<http://www.forbes.com/billionaires/>). <sup>63</sup> (1955.2011) O norte-americano foi co-fundador (1976), presidente e director executivo da Apple Inc. A Apple tem apresentado nas últimas três décadas produtos inovadores e de alta qualidade no sector informático. Na lista Forbes de 2015 para as empresas mais ricas do mundo, a Apple assume o 12º lugar com uma fortuna de 199,4 mil milhões de dólares. Desde o início dos anos 80, que a Apple e a Microsoft representaram a maior rivalidade no sector informático.

Richard Manning<sup>64</sup>, jornalista e autor do livro *Against the grain: how agriculture has hijacked civilization*, explica paradoxalmente que “a domesticação ajudou a criar uma sociedade que é mais afectada pelos caprichos da natureza do que a sociedade do caçador e recolector. A própria agricultura habitualmente praticada tem uma relação catastrófica para o planeta, ao serem plantadas em grandes extensões de terra uma única cultura natural. Esta prática natural começou a destruir a biodiversidade que é a força natural de todos os sistemas naturais e que por sua vez é o sistema que nos suporta enquanto espécie humana”<sup>65</sup>. Em detrimento de agricultura única, capaz de nos alimentar a todos por um ano, destruímos várias espécies locais com outras que ali nem pertencem, trazendo ainda o esgotamento de minerais existentes na terra virgem e selvagem. Os agentes químicos colocados para eliminar pragas, acabam por culminar com diversos organismos da fauna e flora. Antes de praticarmos esta agricultura excessiva, não existiam pragas e os pesticidas preparados para eliminar certas pragas originam outras.

Janine Benyus<sup>66</sup> no livro *Biomimicry: innovation inspired by nature*, explica como surgiram as tempestades de areia constantes na região centro dos EUA. Durante e após a 2ª Guerra Mundial (1939-1945), existiu a grande necessidade de alimentar o exército norte-americano durante as campanhas na Europa e no Pacífico, além dos exércitos aliados, onde a guerra instalada na Europa (o grande palco, como chamavam os militares da época) tornava impossível o cultivo nos campos extremamente danificados e queimados pelas bombas largadas dos aviões, onde “os EUA tornaram-se o grande fornecedor da guerra. As plantações realizadas nos campos dos estados centrais dos EUA eram abruptamente lavrados todos os anos para responder às exigências da guerra, sem dar o descanso anual que as terras necessitam, tornando os solos fracos e erosivos e como aquela região é constantemente assolada por furacões, quando estes passam, facilmente levantam a terra que já não se agrega ao solo por falta de minerais. Estas tempestades dizimaram vários animais e plantas silvestres de outras regiões com o excesso de terra que as tempestades transportavam, além de centenas de pessoas por insuficiência respiratória. O próprio congresso americano lançou um plano de agricultura para evitar que mais desastres acontecessem. Vários químicos foram lançados no mercado para venda na tentativa de melhorar a situação, os quais, na realidade, enfraqueceram a biodiversidade da terra local e muitos fabricantes aumentaram as receitas das empresas”<sup>67</sup>. O pós-guerra trouxe mais tecnologia, mais produtos e mais necessidade de consumo com o objectivo de revitalizar a economia mundial.



<sup>64</sup> (1951) Jornalista norte-americano e autor de vários livros e artigos sobre causas ambientais. <sup>65</sup> Manning, Richard - **Against the grain: how agriculture has hijacked civilization**. New York: North Point Press, 2005. pp. 23-66. <sup>66</sup> (1958) Graduada em ciências biológicas, é uma importante profissional na área da biomimética, com várias obras publicadas e fundadora do primeiro instituto biomimético do mundo, o Biomimicry Intitute. Recebeu em 2013 uma menção honrosa pela revista norte-americana Time, pelas suas contribuições em sustentabilidade. <sup>67</sup> Benyus, Janine - op cit. p. 14.

Actualmente, é indispensável e vantajoso observar/compreender o que a natureza já produziu, imitá-la e se necessário ajudá-la a evoluir através de um ciclo “virtuoso e não vicioso”. A sua capacidade regenerativa é extraordinária, mas não consegue suportar os efeitos de todo este consumo massivo que existe actualmente. É necessário olhar a natureza como um exemplo e como o nosso mentor, na tentativa de melhorar o actual paradigma de produção e desenvolvimento, onde a biodiversidade (um elemento integral do mundo natural) é tido como uma força hostil que ameaça os objectivos do design, enquanto o verdadeiro objectivo do design é processar todos os elementos contributivos para o projecto de forma tão natural possível como se fosse a natureza a processá-los.

No mundo actual, o PIB<sup>68</sup> de cada sociedade tem uma grande relação com o seu grau de obsolescência. Este indicador de progresso quantifica os recursos naturais e a noção de “qualidade de vida” de uma sociedade de acordo com os seus padrões económicos. Mas estes padrões aferidos pelo aumento da actividade económica, trouxeram consigo mais acidentes de carro, mais disputas comerciais, mais doenças (como os vírus à escala global, as ditas pandemias), mais casos de cancro (originários da excessiva quantidade tóxica e radioactiva existente em nosso redor), mais derrames tóxicos no meio ambiente, mais violência e roubos na sociedade e tudo isso é consequência directa dessa prosperidade. Slade Giles<sup>69</sup> no livro *Made to break*, identifica: “na corrida pelo progresso económico, os impactos ecológicos são constantemente ignorados, mas todo o estilo de vida levado pelo ser humano terá o seu efeito a longo prazo. Os produtos produzidos aos milhões, os erros tornam-se constantes e a mais pequena decisão ao nível de design, terá consequências devastadoras a médio e longo prazo para o meio natural”<sup>70</sup>. Actualmente, algumas empresas nos ramos da tecnológico, automóvel, farmacêutico e alimentar, já começaram a tomar decisões ecológicas nos seus processos industriais, mas são uma minoria. Grande parte da indústria ainda perverte esta ideia, ignorando a importância do “bom” design e prescinde de uma comunicação e produção honesta nos seus produtos em detrimento dos lucros.

Os produtos suficientemente “baratos” e abrangentes, leva a uma aquisição viável economicamente pelos consumidores, sustentando o conceito da obsolescência planeada. É importante que o design comece a contrariar este conceito com novas propostas de inovação sustentável e é necessário entender o estado da indústria em que nos inserimos, a actual psicologia social e entender como evoluiu a história do produto para implementarmos da melhor forma a área da biomimética, onde a presente investigação, procura dar a conhecer algumas soluções através de medidas ecológicas.



<sup>68</sup> O produto interno bruto (PIB) representa a soma (em valores monetários) de todos os bens e serviços finais produzidos numa determinada região (quer sejam países, estados ou cidades), durante um período determinado (mês, trimestre, ano, etc.). O PIB é um dos indicadores mais utilizados na macroeconomia com o objectivo de quantificar a actividade económica de uma região. <sup>69</sup> (1953) Escritor e crítico social canadiano. O autor já foi premiado em diversas obras. <sup>70</sup> Slade, Giles - *Made to break: technology and obsolescence in America*. Harvard University Press, 2007. pp. 83-114.

A obsolescência planeada é uma questão controversa e central nos mais importantes debates sobre o consumismo, sustentabilidade global e design industrial. Tendo surgido, primeiro, como característica principal da economia norte-americana dos anos cinquenta, este tipo conceito baseia-se na limitação intencional da vida dos produtos de modo a que os consumidores sejam obrigados a consumir mais, uma abordagem que actualmente ainda continua a ser estratégica em muitas empresas. Os defensores desta estratégia alegam que esta mantém mais trabalhadores empregados e que é essencial para o crescimento económico e em última análise benéfica para a sociedade. Os opositores defendem que a manipulação dos consumidores é desleal e que o valor real dos produtos de vida limitada origina um desastre ambiental com a poluição acrescida através da sua prematura substituição, independentemente da economia onde estão inseridos.

O jornalista e crítico social Vance Packard<sup>71</sup>, autor dos livros *The hidden persuaders*, *The status seekers* e *The waste makers*, já nos anos cinquenta tinha advertido a sociedade americana sobre as consequências negativas do excesso de publicidade e de ostentação de novos objectos efémeros. No livro *The waste makers*, Vance identifica as “três principais esferas da obsolescência planeada: a) função; b) qualidade; e c) atracção. A obsolescência funcional (a) surge quando aparece um novo produto que todos reconhecem que é melhor do que os seus predecessores. A obsolescência de qualidade (b) está directamente ligada à durabilidade física do produto, onde os fabricantes incorporam nos seus produtos, componentes chave que foram desenhados para falhar depois de um certo tempo. Alguns produtos propensos a este tipo de ‘obsolescência incorporada ou programada’, a maioria dos casos a substituição de toda a unidade é mais barata que a substituição dos componentes defeituosos. Por último a obsolescência por atracção (c), age principalmente através de alterações no aspecto dos produtos, da moda e da opinião do consumidor, todos guiados por um styling e estratégia de publicidade”<sup>72</sup>. Para esta ultima esfera planeada, temos o exemplo de alguns smart-phones que são destronados passado alguns meses pelos seus sucessores que possuem as mesmas características, mas com um design renovado, persuadindo os clientes para o conceito de moda e a necessidade de “status” perante a sociedade. Este pensamento industrial, de qual o ser humano é refém, mostra que o mundo social vive da aparência e manifesta o posicionamento do indivíduo na hierarquia.

O livro *Material world: a global family portrait* de Peter Menzel<sup>73</sup>, documenta um insólito retrato social à escala global onde podemos observar no seu reportório fotográfico, a enorme disparidade de consumo material entre diferentes sociedades, culturas e raças globais.



<sup>71</sup> (1914.1996) Jornalista norte-americano, autor de diversos livros e crítico social. <sup>72</sup> Packard, Vance - **The waste makers**. New York: Ig Publishing, Reprint edition in 2011 (original edition, 1961). pp. 65-88. <sup>73</sup> (1948) Fotojornalista freelancer americano, conhecido pelos seus trabalhos em assuntos de natureza científica e tecnológica e retratos sociais.



Este livro levantou na época a questão: “será que vivemos no mesmo planeta? Temos as mesmas necessidades básicas? Uma criança na Etiópia brinca com uma dezena de brinquedos na sua infância, enquanto uma criança num país desenvolvido brinca com vinte brinquedos ao mesmo tempo num dia. Foram inventados conceitos de “tendência e moda” para agilizar e fortalecer o capitalismo económico”<sup>74</sup>.

Através do design thinking<sup>75</sup> e o biomimicry thinking<sup>76</sup>, é possível conjugar dois pensamentos laterais e corrigir defeitos projectuais cometidos durante o processo de desenvolvimento de produto, que podem ser prejudicial ao meio natural e ao ser humano. O designer pode-se tornar num agente global que defende uma posição neutra, ética e amiga do ambiente. Não é fácil mudar o sistema, mas como diz Benyus, “antes de ser um elemento agregado a uma organização, o designer deve ser um cidadão do mundo e contribuir para o bem de todos os organismos existentes no nosso planeta. Antes de mudarmos comportamentos, devemos mudar mentalidades”<sup>77</sup>, melhorando a sua forma de pensar.

Em 1970, o designer e educador Victor Papanek<sup>78</sup>, alertou no livro *Design for the real world*, que existe “uma grande correlação dos produtos entre os países desenvolvidos e subdesenvolvidos, onde por exemplo uma bicicleta com cerca de 25 anos de vida útil, nos EUA tem uma usabilidade de 2 anos e vai para o lixo, enquanto num país africano, a mesma bicicleta poderá ser usada por mais de 50 anos”<sup>79</sup>. Como Papanek defendia na época, forma e função estão separados, “nem uma criatura nem um produto podem sobreviver quando a sua “pele” e as suas tripas estão separadas”<sup>80</sup>, advertendo que “o designer deve ser consciencioso da sua responsabilidade social e moral. Os cientistas e biólogos Paul Ehrlich e Robert Pringle no seu artigo *Where does biodiversity go from* de 2008, referem que “é preciso insuflar uma mudança de mentalidade profunda, e encarar a natureza com outros olhos, pois uma boa parte do consumo excessivo de recursos naturais serve apenas para saciar gostos supérfluos. O real valor das coisas tem sido baseado em falsos conceitos e necessidades”<sup>81</sup>.



<sup>74</sup> Menzel, Peter - **Material world: a global family portrait**. Berkeley: Counterpoint, 1995. <sup>75</sup> De acordo com o inglês Tim Brown (1962), CEO da IDEO, o design thinking pode ser descrito como a disciplina que usa os métodos e sensibilidades do designer para cruzar as necessidades das pessoas com aquilo que é tecnologicamente exequível e economicamente viável, criando valor para o cliente e oportunidades para o mercado. <sup>76</sup> O The Biomimicry Institute em Montana (EUA) defende que o pensamento biomimético fornece-nos diversos contextos que se inserem no processo de qualquer disciplina de design. Embora semelhante a uma metodologia, basicamente funciona como um pensamento lateral ao design thinking, mas ligado a uma produção mais natural, ecológica e sustentável. <sup>77</sup> Benyus, Janine - op cit. p. 14. <sup>78</sup> (1927.1998) Dedicou-se a defender a responsabilidade social e ecológica no design de produtos, em ferramentas e infra-estruturas para a comunidade. <sup>79</sup> Papanek, Victor - **Design for the real world: human ecology and social change**. Chicago: Chicago Review Press, 2005. pp. 86-101. <sup>80</sup> Ibid. pp. 215-247. <sup>81</sup> No website Proceedings of the National Academy of Sciences, existe acesso gratuito ao documentário.

### 1.2.1 O designer enquanto agente biológico

Utilizando as metáforas naturais, os designers deverão comunicar ao consumidor as funcionalidades do produto de forma rápida e intuitiva. O mundo industrial é desenhado com significados e emoções que o designer implementa nos seus produtos como forma de expressão, mas no mundo natural a comunicação é directa. No processo natural impera uma complexidade harmoniosa que traz consigo menos desperdício, pouca energia e mais sustentabilidade. É um mundo competitivo e organizado que fornece as bases essenciais para a evolução e crescimento.

Com o início do milénio, algumas escolas de design manifestaram uma preocupação a nível económico, social, ambiental e material cada vez maior. Pensar no ciclo de vida do produto e dar-lhe uma segunda “alma” deverá ser um dos principais passos durante o processo de design, onde o objecto poderá desempenhar uma função diferente ou o fácil “desmembramento” de todo o material pode ser reciclado com o menor gasto possível de energia e recursos. Um conceito de design durável interpreta o produto como uma ligação linear entre o homem e o ambiente. Desenhar para as necessidades genuínas das pessoas e não para as necessidades artificiais será uma mais-valia no design, onde o ser humano poderá moldar os seus produtos, o seu ambiente e, por extensão, ele próprio. Pedro Maia, na sua dissertação refere dois parâmetros essenciais que não deveriam falhar no processo de design de um novo objecto que são: “se o preço do objecto reflecte o seu carácter efémero e o que acontece com o artigo depois de o utilizador deixar de ter interesse no mesmo? As impressoras que no início eram barulhentas e muito dispendiosas, com a chegada da tecnologia de jacto a tinta, foi possível ter uma em qualquer casa e com vantagem de ser uma máquina rápida, silenciosa, fácil de utilizar e com qualidade de impressão. A redução dos preços das impressoras deu um aumento substancial do preço dos tinteiros e estes, indispensáveis para o funcionamento das impressoras passou a ser superior ao próprio custo de uma impressora nova. Em alguns casos ficaria mais barato comprar uma nova impressora, que traz os tinteiros, do que comprar novos tinteiros para substituir os velhos”<sup>82</sup>. Este, talvez seja um dos expoentes máximos em prol do lucro económico e em detrimento sustentabilidade material. A vontade de colocar um produto no consumidor final com a maior rapidez possível e de forma barata, mostra que até ao início do novo milénio, nunca houve uma preocupação pela saúde do sistema natural.

Um bom exemplo de design do reaproveitamento material foi o motociclo Vespa<sup>83</sup>, que depois da segunda guerra mundial, cuja a fábrica da Piaggio em Pontedera, Itália, que fornecia material e pequenos aviões às Potências do Eixo<sup>84</sup>, fora completamente destruída pelos bombardeamentos das forças Aliadas<sup>85</sup>. Enrico, filho de Rinaldo Piaggio, tomou posse da empresa e preocupado com o estado das estradas e da economia italiana após a II Guerra Mundial, focou os objectivos da empresa nas necessidades móveis e pessoais do povo italiano. Com a equipa, decidiu aproveitar alguns pequenos motores de avião e colocá-los em cima de duas rodas dos trens de aterragem, e juntamente com um banco, nasceu a primeira Vespa. O material que na altura era inútil e pouco procurado originou um dos maiores ícones do design. Com a Vespa, o povo italiano sem dinheiro, conseguia adquirir um meio de transporte rápido, económico, barato e fácil de conduzir, com a possibilidade de transportar um “membro da família”. Como Pedro Maia revela “após a 2ª guerra mundial as pessoas reaproveitavam todos os produtos. Hoje são atirados fora ou abandonados. Quem nos dias de hoje repara uma simples torradeira? Passou a ser mais fácil e barato comprar uma nova do que enviar o produto para o produtor ou encontrar alguém que arranje. Atirar fora os produtos passou a ser norma e alguns deles, como as embalagens duram mais tempo que o próprio produto, não dando sentido ao próprio design. De acordo com o actual mercado, os critérios normais de design estão baseados num tripé: custo, estética e performance, mas o factor mais importante é sua “morte”. Nas lixeiras existem materiais biodegradáveis como a comida e o papel, mas estes materiais têm valor natural e podem ser utilizados como nutrientes biológicos para o solo, desperdiçando o seu valor”<sup>86</sup>. O sistema industrial foi desenhado linearmente numa só direcção, o modelo *cradle-to-grave*<sup>87</sup>, enquanto o processo deve ser completamente o contrário, *cradle-to-cradle*<sup>88</sup>.

Na perspectiva dos autores do livro *Cradle to Cradle*, William McDonough<sup>89</sup> e Michael Braungart<sup>90</sup>, “os produtos idealizados que não contribuem para o bem-estar ecológico e humano, são produtos desprovidos de ‘inteligência’ e bastante deselegantes, a que chamamos de crude products”<sup>91</sup>. Este termo define produtos que contêm materiais prejudiciais à saúde ambiental e principalmente ao seu utilizador.



<sup>83</sup> (1946) O modelo da Vespa da empresa Piaggio (Itália) continua até hoje em linha de produção, embora as suas vendas tenham sido relevantes entre as décadas de 50 e 60. ([www.vespaclubportugal.pt](http://www.vespaclubportugal.pt)) | ([www.vespa.pt](http://www.vespa.pt)). <sup>84</sup> As Potências do Eixo foram adversárias dos aliados durante a Segunda Guerra Mundial. Era um bloco que defendia o processo revolucionário que visava eliminar a hegemonia plutocrática-capitalista do ocidente e defender a civilização do comunismo oriental, através do Pacto Anticomintern, um tratado anticomunista assinado pela Alemanha e Japão em 1936. A Itália aderiu ao pacto em 1937. <sup>85</sup> As forças Aliadas foram os países que se opuseram as Potências do Eixo na Segunda Guerra Mundial. A União Soviética, os Estados Unidos e o Império Britânico eram as principais forças. A França, depois de recuperada ao exército alemão, pelo desembarque norte-americano na Normandia no chamado dia D (6.6.1944), juntou-se aos aliados. Já a Polónia foi o primeiro país aliado, pois sua invasão deu início a Segunda Guerra Mundial na Europa. <sup>86</sup> Maia, Pedro Bandeira - op cit. p. 35. <sup>87</sup> Expressão inglesa que significa do “berço para a morte”. <sup>88</sup> Expressão inglesa que significa do “berço para o berço”. <sup>89</sup> (1951) Arquitecto e designer norte-americano, focado em edificios sustentáveis e na transformação sustentável dos processos de produção industrial. <sup>90</sup> (1958) Químico alemão e fundador da International Umweltforschung GmbH em Hamburgo (EPEA). Defende que o ser humano pode ter uma pegada ecológica positiva, redesenhando os sistemas que suportam a nossa vida. <sup>91</sup> McDonough, W. Braungart, M. - op cit. pp. 27-37.

Grande parte das garrafas de água em poliéster<sup>92</sup> (PET) possuem antimónio, um metal tóxico conhecido por causar cancro sob determinadas circunstâncias e prejudicial à saúde, que não é necessário para a produção de poliéster e por isso a sua existência. Quando a garrafa é reciclada ou *downcycled*<sup>93</sup>, o antimónio volta a ser libertado para a atmosfera prejudicando o oxigénio. Muitas destas garrafas são utilizadas como combustível em países subdesenvolvidos para a prática de cozinha e a incineração faz com que respiremos o metal cancerígeno. Talvez a produção de um poliéster que depois de produzido possa ser queimado sem prejudicar o ser humano e o meio natural, faria toda a diferença!

McDonough e Braungart brincam ao dizer que “este tipo de produtos são product plus, os consumidores comprem uma camisola de poliéster e sem saber trazem aditivos para casa. Se não conseguimos digerir os produtos que criamos, na natureza também não existe algo que os degrade”<sup>94</sup>. Como são materiais de síntese, ainda não existem bactérias que os consigam decompor, sendo talvez necessário trezentos ou até mesmo quinhentos anos para desaparecerem no meio natural. As braçadeiras de natação de PVC libertam substâncias perigosas através do contacto e existe muitas crianças a utilizar este material, quando a pele está engelhada e se encontra no momento propício para absorver mais toxinas. A pele de uma criança é menos espessa que a de um adulto.

A próxima “revolução industrial”, deverá ser uma época em que todos os têxteis deverão ser produzidos com fibras naturais, biodegradáveis e que quando depositados na natureza para que se decomponham ou até mesmo queimados em segurança como combustível. No livro *Cradle to Cradle*, os autores aconselham os designers a interpretarem os produtos como “combustível” para mais produção e não como lixo ou desperdício. Reciclar, no entanto e como já foi referido, não é o único mecanismo pelo qual a natureza se torna sustentável. Os autores chamam para atenção de conceitos como o D.F.D<sup>95</sup>, que consiste na “separação de materiais durante a reciclagem de um produto e agrupados em ‘categorias’ de igual grau de reciclagem, assim a reciclagem pode ser mais eficaz do que a actual, mas construir um produto que dure muitos anos e que não seja necessário trocar, pode continuar a ter um retorno prejudicial”<sup>96</sup>. Talvez a solução passe por construir produtos descartáveis, mas com materiais biodegradáveis, evitando o conflito com os industriais, mantendo o ciclo económico e a sociedade de consumo satisfeita.



<sup>92</sup> Polietileno tereftalato, composto por uma quantidade de químicos que não são biodegradáveis e que podem migrar para o organismo humano, como por exemplo, ao roer a rosca de uma garrafa. <sup>93</sup> Processo de reciclagem onde o resultado final é um material com menor qualidade do que o material de origem. <sup>94</sup> McDonough, W. Braungart, M - op cit. p. 40. <sup>95</sup> Design for Disassembly (o contrario de design for assembly), expressão do inglês que significa a concepção de um design fácil de ser “desmembrado” durante o seu processo de reciclagem, tornando ágil e económico o processo de separação de componentes e materiais do equipamento. <sup>96</sup> Maia, Pedro Bandeira - op cit. p. 76.

Talvez a solução passe por construir produtos descartáveis, mas com materiais biodegradáveis, “evitando o conflito com os industriais, mantendo o ciclo económico e a sociedade de consumo satisfeita”<sup>97</sup>. Enquanto esta maneira de pensar descartável não evolui, é necessário adequar os produtos desenhados a estes novos desafios, uma vez que a reciclagem actual ainda não é solução final para o lixo e uma resposta eficaz ao verdadeiro problema que vem do início. O problema “reside na fase de processo de design, onde o produto é mal pensado e feito de diversas matérias que na maioria não podem ser recicladas”<sup>98</sup>.

Em 2010, antes do mundial de futebol em África do Sul, a empresa de desporto Nike<sup>99</sup> juntamente com a selecção portuguesa de futebol apresentaram um novo equipamento<sup>100</sup> com o material Nike Dri-Fit, feito a partir de oito garrafas de plástico em polietileno, onde surgiu o mote “a selecção é amiga do ambiente”. Apesar da boa ideia de reciclar as garrafas e reduzir o impacto ambiental, parte do possível antimónio presente no poliéster entra em contacto com a pele transpirada e de poros abertos. Só porque o material é reciclado, não o faz ecologicamente benigno, especialmente se nunca foi pensado para a sua reciclagem. O design thinking e o biomimicry thinking poderão ser resposta a grande parte destes problemas.

Victor Papanek no livro *Design for the real world*, fala sobre o processo de embrulho de uma simples esferográfica que servirá como prenda. Apesar de Papanek ter referido este exemplo em 1970, o problema continua a subsistir, o que dá para ter uma noção de que a sociedade humana evoluiu muito pouco nos seus actos enquanto desperdício: “existe o saco que a loja oferece e no seu interior está normalmente o embrulho feito de papel com uma tira de imitação de veludo a fazer um laço. As uniões estão presas com fita-cola. Depois de remover esta primeira “pele” exterior, encontra-se uma nova caixa de cartão. A sua única função é a de proteger o artigo. O exterior desse artigo está revestido com uma imitação barata de couro e mármore italiano. Depois de se retirar tudo o que não é essencial para que a esferográfica desempenhe o seu papel, a “casca” da recarga, a embalagem e o embrulho, representam aproximadamente 90% do custo total do artigo. Ficamos apenas com uma pequena recarga de tinta que dura poucos meses. Existe uma falsa sobrevalorização do produto, conseguindo um acréscimo em termos de lucro final para o produtor. Mas será que este acréscimo vale a pena todo o desperdício gerado?”<sup>101</sup>. A maioria destes elementos triviais são desenvolvidos por designers e com o objectivo de valorizar o seu produto face ao seu concorrente.



<sup>97</sup> Ibid. <sup>98</sup> Johnson, Steven - **Where good ideas come from**. New York: Riverhead Books, 2011. p. 125. <sup>99</sup> (1972) De acordo com a Forbes, no final do ano de 2014 foi a 18ª empresa mais valiosa do mundo e a primeira em material desportivo. <sup>100</sup> Equipamento oficial para o Mundial de 2010, apresentado em Fevereiro do mesmo ano em Londres. <sup>101</sup> Papanek, Victor - op cit. pp. 86-95.



### 1.2.2 A árvore de cerejas e o conceito de indústria

Milhares de árvores florescem e criam frutos para os pássaros, humanos e outros animais, até que uma semente cai no chão, crie raízes e cresça. Provavelmente quem olha para o chão repleto de sementes/-caroços, irá indignar-se com a ineficiência e sujidade?

Se analisarmos em pormenor a cerejeira, enquanto cresce procura a sua abundância regenerativa. Esta árvore não é uma entidade isolada e está intimamente ligada aos sistemas que existem à sua volta. É o ponto-chave na diferença entre o crescimento do sistema natural para o sistema industrial que existe actualmente. As árvores produzem frutos e sementes sem esgotar o meio ambiente e assim que os caroços caem no chão, o seu material orgânico decompõe-se e transforma-se em nutrientes que irão alimentar microrganismos, insectos, plantas, animais e o próprio solo onde a cerejeira floresce. De uma forma sustentável e inteligente, alimenta todos os seres vivos à sua volta, que acabam por deixar os seus excrementos, fortalecendo os minerais da terra por onde as raízes das árvores se alimentam. Como poderia ser o mundo artificial dos humanos, com uma indústria baseada no conceito da árvore? A árvore alimenta outros organismos, enriquece o ecossistema, sequestra carbono, produz oxigénio, limpa o ar e água e estabiliza o solo. Abriga uma grande diversidade de fauna e flora, onde todos dependem uns dos outros no desempenho de funções e dos fluxos necessários à sua existência. E, quando a árvore morre, retorna ao solo, libertando enquanto se decompõe, minerais que irão alimentar o crescimento saudável de outra no mesmo local. Isto tudo antes de ela se tornar energia fóssil. Pedro Maia defende na sua dissertação: “os nossos produtos e processos podem ser mais efectivos quando são coincidentes na sua informação/resposta com o mundo vivo/natural. As máquinas que usam mecanismos da natureza em vez de químicos, betão ou aço são um passo na direcção correcta, mas continuam a ser máquinas. Continuam a usar tecnologia (embora tecnologia benigna) para aproveitar a natureza para os próprios humanos”<sup>102</sup>.

Os sistemas naturais retiram do ambiente mas também dão algo de volta. As comunidades de formigas redistribuem os nutrientes pelo solo e deveríamos seguir o seu exemplo para criar uma parceria mais inspirada com a natureza. É possível construir fábricas e conceber sistemas que se auto-regulam, em que os produtos enriqueçam o ecossistema com material biodegradável e façam "re-circular" os materiais técnicos em vez de os abandonar, queimar ou enterrar. No lugar de perpetuar um pensamento antinatural, podemos celebrar a fecundidade no planeta. Parece utópico, mas assim teríamos um sistema correcto, criativo, prospero, inteligente e fértil.



<sup>102</sup> Maia, Pedro Bandeira - op cit. p. 83.

### 1.2.3 Comunidade sustentável aplicada à actual indústria

No livro *Emergence: the connected lives of ants, brains, cities, and software*, Steven Johnson<sup>103</sup> explica que “não existe nada de hierárquico sobre a forma como uma colónia de formigas faz no seu pensamento”<sup>104</sup>. Ao analisar uma comunidade de formigas, podemos verificar que esta oferece verdadeiros conceitos inspiradores que podem ser implementados na produção industrial e na relação como o universo material se envolve com o natural e com esta análise, se for profunda, deparamo-nos com um exemplo biomimético, em que o humano se inspira no mundo natural. A formiga diariamente manipula os seus resíduos materiais bem como o das outras espécies, colhem os seus próprios alimentos enquanto vão alimentando o ecossistema de que são uma parte, constroem casas, armazéns, cemitérios e lixeiras com materiais reciclados. Criam desinfectantes que são saudáveis, seguros e biodegradáveis e mantêm o solo saudável em todo o planeta. As abelhas são outra espécie que funcionam com os mesmos princípios e contribuem de forma significativa para o desenvolvimento e reprodução de outras.

Se nós somos o ser mais racional de todos, não deveríamos ser nós a contribuir para o desenvolvimento de outras espécies? Este modelo organizado e sustentável podia ser aplicado em todas as acções da sociedade humana, mas para isso é necessário construirmos uma aliança com o mundo natural.

A formiga demonstra claramente que o trabalho em grupo é mais inteligente, eficaz e eficiente do que o trabalho desenvolvido individualmente, ao encontrar sempre a melhor solução para um determinado problema. Todas as acções realizadas pelo grupo revelam-se eficazes sem necessidade hierarquização. A cooperação e coordenação individual de todos os indivíduos da colónia de formigas formam uma base estrutural sólida. De acordo com o biólogo Edward Osborne Wilson<sup>105</sup>, da Universidade de Harvard, as formigas desenvolveram um método de segregação de feromona, que indica às outras o percurso percorrido para encontrar o caminho mais curto entre o seu formigueiro e uma fonte de alimentação. Esta interacção ajuda a resolver problemas complexos na biodiversidade<sup>106</sup>. O livro publicado em 1975 *Sociobiology: the new synthesis* originou uma das maiores controvérsias científicas do final do século XX, onde Wilson afirma: “que o comportamento animal (e por extensão, o humano) pode ser estudado utilizando-se uma abordagem evolutiva. Necessitamos de abordar cada projecto como um componente integrado de um sistema mais amplo que defina a nossa qualidade de vida e bem-estar e não como um elemento único. Precisamos desde o início do desenvolvimento de um projecto, implementar os contributos do “verdadeiro” design para o bem do meio ambiente e já não se trata só de design, a sustentabilidade tornou os designers melhores educadores, facilitadores e integradores”<sup>107</sup>.



<sup>103</sup> Johnson, Steven - *Emergence: the connected lives of ants, brains, cities, and software*. New York: Scribner, 2002. pp. 29-72. <sup>104</sup> (1968) Autor de sete livros que se tornaram best-seller nas áreas da ciência e tecnologia. Em 2010, a revista Prospect colocou Steven na lista dos dez cérebros mais importantes para o Futuro Digital. <sup>105</sup> (1929) Entomologista e biólogo norte-americano é conhecido pelo seu trabalho relacionado com a ecologia, evolução e sociobiologia. É especialista em formigas, especialmente no uso de feromonas como comunicação. <sup>106</sup> Biodiversidade é a diversidade da natureza viva sem sofrer intervenção humana. <sup>107</sup> Wilson, Edward O. - *Sociobiology: the new synthesis - 25th anniversary edition*. Harvard: Belknap Press, 2000. p. 62.

Em 2011, Steven Johnson no livro *Where good Ideas come from*, defende que “o design tornou-se na melhor ferramenta para inovar e solucionar os grandes problemas globais. Já não se trata de desenhar um produto bonito, mas sim torná-lo funcional de forma ecológica e económica, com a noção de que esse produto é, obrigatoriamente, parte integrante de um todo e que desempenhe um papel responsável”<sup>108</sup>.

### 1.3 Sustentabilidade · uma necessidade emergente e urgente

Após a Revolução Industrial, a ciência desenvolveu um vasto conjunto de tecnologias/produtos que serviram para manipular emoções, na tentativa de cobrir necessidades básicas da sociedade e que na sua maioria eram inexistentes. Carlo Magnoli reforça no livro *Designing a DNA for adaptative architecture*, que “a satisfação imediata dessas necessidades forçou aos designers e artesãos da época a negligenciarem as consequências dos seus actos”<sup>109</sup>. De acordo com Daniel Wahl, a interacção da tecnologia e produtos, “melhorou as condições de vida da sociedade, mas esses “padrões de qualidade”, ignoraram durante décadas a relação da actividade humana com a natureza, onde o domínio da tecnologia sobre o meio natural conduziu a um elevado grau de poluição em todo o planeta”<sup>110</sup>.

O uso descontrolado das energias fósseis e de outros recursos naturais e por consequência, a destruição de diversos ecossistemas globais, levou a uma alteração significativa do padrão climático e da qualidade da composição natural da atmosfera.

Para minimizar o impacto ambiental, é necessário encontrar um equilíbrio industrial. Após a Conferência das Nações Unidas sobre o Ambiente e Desenvolvimento (CNUAD), também designada a Cimeira da Terra, em 1992 no Rio de Janeiro, Brasil, os chefes de estado a nível mundial iniciaram uma luta na tentativa de motivar os países, organizações internacionais e organizações não-governamentais, a praticar uma mentalidade industrial limpa e sustentável. Também a organização UNEP (United Nations Environment Programme), desde a sua criação em 1972, tem realizado promoções do desenvolvimento sustentável e preocupação ambiental, com o objectivo de transmitir a passagem dos valores ambientais às gerações futuras. Como resultado da CNUAD, surgiu um documento global chamado Agenda 21<sup>111</sup>, que reflecte um consenso mundial e um compromisso político ao mais alto nível no que diz respeito a desenvolvimento e cooperação ambiental.



<sup>108</sup> Johnson, Steven - *Where good ideas come from*. New York: Riverhead Books, 2011. pp. 129-148. <sup>109</sup> Magnoli, Carlo - *Designing a DNA for adaptative architecture*. London: WIT Press, 2002. <sup>110</sup> Wahl, Daniel Christian. - *Design and nature III: comparing design in nature with science and engineering*. London: C.A. Brebbia, Wessex Institute of Technology. pp. 289-298. <sup>111</sup> Este documento estabeleceu a importância de cada país em comprometer uma reflexão interna sobre a forma pela qual os seus governos, empresas, organizações não-governamentais e todos os sectores da sociedade poderiam cooperar no estudo de soluções para os problemas socio ambientais. Constitui um poderoso instrumento de reconversão da sociedade industrial rumo a um novo paradigma, que exige a reinterpretação do conceito de progresso, contemplando uma maior harmonia e equilíbrio holístico entre o todo e as partes, promovendo a qualidade e não apenas a quantidade do crescimento.

Nos últimos anos, tem surgido nos países desenvolvidos uma preocupação crescente pela criação de uma legislação ambiental e cada vez mais exigente. Apesar de haver algumas lacunas e uma fraca aderência industrial a nível mundial, no plano empresarial, esta legislação deve ser encarada como uma oportunidade de vantagem competitiva no mercado e como incentivo à inovação.

Segundo Joseph Fiksel<sup>112</sup> no livro *Design for the environment*, esta responsabilidade ambiental “conduziu ao estabelecimento de standards de performance, regras e códigos de prática, exigidos para todo o ciclo de vida dos produtos de uma empresa”<sup>113</sup>. Esta mudança apela a um sistema circular, onde toda a matéria produzida que se torna em desperdício após a sua função volta a ser reutilizada de forma a minimizar as perdas, trazendo alguma prevenção da poluição e por conseguinte a incrementação da sustentabilidade.

Esta lógica de pensamento deu lugar ao ecodesign<sup>114</sup>. De acordo com Paul Burall, no livro *Product development and the environment* de 1996, “os novos desafios, como as exigências legislativas ambientais, o aumento da competitividade global, as elevadas expectativas do consumidor, o aumento dos custos de energia, materiais e mão-de-obra, obriga a uma mudança profunda não só do mundo empresarial, como da complexidade durante o desenvolvimento/processo de produto”<sup>115</sup>.

Torna-se fulcral a colaboração de diversas disciplinas, juntamente com a cooperação política e cívica numa escala local, regional, nacional e global. Também José Sanchez, refere em 1999 no livro *Handbook of life cycle engineering*, que “a complexidade e competitividade no mercado referente ao início do séc. XXI, exige uma nova abordagem de desenvolvimento/processo de produtos relativamente a”<sup>116</sup>:

- Complexidade, flexibilidade e variedade de designs de produto;
- Procura crescente por produtos desenvolvidos despendendo menos tempo e custos;
- Preocupação do design referente à importância do seu ciclo de vida;
- Disponibilidade de novos materiais, processos produtivos e tecnologias;
- Melhor performance, disponibilidade e qualidade do produto.



<sup>112</sup> (?) O canadiano é director executivo do Centro de Resiliência no The Ohio State University, e principal co-fundador da empresa de consultoria Eco-nomia LLC. Iniciou carreira na DuPont no Canadá. Um dos pioneiros do conceito "negócio verde" pertence ao Conselho Mundial de Empresas para o Desenvolvimento Sustentável. <sup>113</sup> Fiksel, Joseph - **Design for the environment: creating eco-efficient products and processes**. New York: McGraw-Hill Professional Publishing, 1996. pp. 197-218. <sup>114</sup> Design ecológico ou ecodesign é o termo para uma crescente tendência mundial nos campos da arquitectura, engenharia e design em que o objectivo principal é desenvolver produtos, sistemas e serviços que minimizem o uso de recursos não-renováveis e diminuindo o seu impacto ambiental. <sup>115</sup> Burall, Paul - **Product development and the environment**. Burlington: Gower Publishing Ltd, 1996. p. 175. <sup>116</sup> Sanchez, José M. - **Handbook of life cycle engineering: concepts, models and technologies**. New York: Springer, 1999. p. 399.

Em 2001, Helen Lewis<sup>117</sup> no manual de práticas para um design sustentável e ecológico *Design and environment: a global guide to designing greener goods*, manifesta o seu ponto de vista empresarial para uma mentalidade ecológica, que apela aos “designers durante o processo de produto, conhecer as actividades da empresa que afectam o meio ambiente. Como o produto é a questão central nas empresas, compete ao designer assegurar que cada novo produto mantenha as seguintes características”<sup>118</sup>:

1. Ser um produto desejado pelos consumidores e com um preço acessível (*sine qua non*);
2. Chegar ao mercado rapidamente;
3. Ser desenhado e construído com maior nível de qualidade e fiabilidade;
4. Ser de produção fácil e em grandes volumes;
5. Conter o menor número de partes e uma composição simples;
6. Ser de fácil montagem e desmontagem;
7. Ter o mínimo de impacto negativo para o meio ambiente.

Estes princípios são os propósitos do ecodesign com o intuito de maximizar a durabilidade, reciclabilidade e reparabilidade. É possível alcançá-los através de uma equipa de profissionais que consiga gerir os conflitos entre os lucros pretendidos pelos gestores industriais e o seu verdadeiro impacto na natureza.

“Massive change is not about the world of design, it’s about the design of world”<sup>119</sup>

Bruce Mau (Canadá 2004)

Esta expressão do designer canadiano Bruce Mau (1959), incita às pessoas que não devemos pensar de uma maneira particular, mas sim de uma forma geral, percebendo onde o design se vai inserir na sociedade. Fritjof Capra<sup>120</sup> defende em 2002 no livro *Hidden connections*, “a criação de uma comunidade sustentável, desenhada no sentido que a vida, os negócios, a economia, as estruturas físicas e tecnologias não interfiram com a natureza e possam ter capacidade de a manter o mais próximo daquilo que ela era antes da intervenção humana”<sup>121</sup>. A sustentabilidade é um processo dinâmico de co-evolução e não um modelo estático. Esta comunidade sustentável refere-se a um grupo coeso de pessoas, como por ex., a cidade de Lisboa ou até uma instituição como uma Universidade. Este termo é diferente de sociedade sustentável e refere-se ao consumo em massa e à sobrevivência da espécie a qualquer custo. As soluções sustentáveis revelam um forte sentido de oportunidade e de identificação de valores que deste modo fornecem uma alternativa à sociedade de consumo.

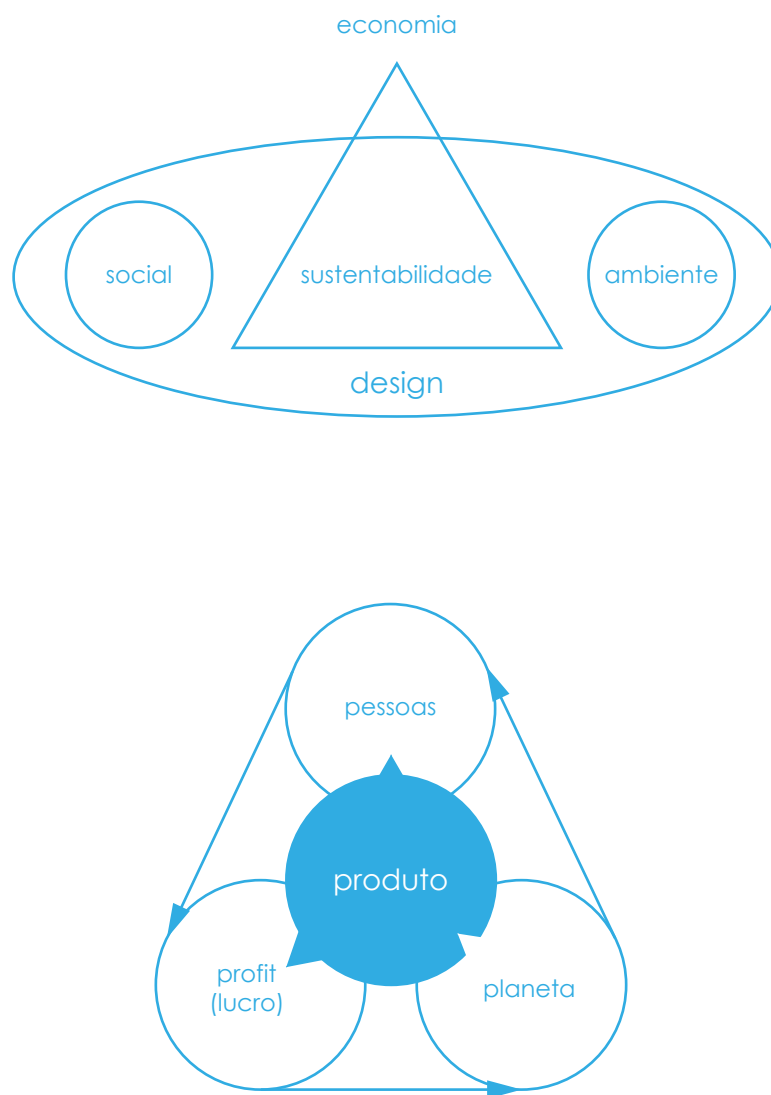


<sup>117</sup> (?) Helen Lewis é directora no departamento de investigação para produtos sustentáveis e de sistemas de produto ecológicos, no Centro de Design na RMIT em Melbourne, Austrália. <sup>118</sup> Lewis, Helen - *Design and environment: a global guide to designing greener goods*. Sheffield: Greenleaf Pubns, 2001. p. 15. <sup>119</sup> Mau, Bruce - *Massive change*. London: Phaidon Press, 2004. <sup>120</sup> (1939) Cientista, educador, activista austríaco e autor de vários best-sellers internacionais que conectam as mudanças conceptuais da ciência com a visão de mundo de valores na sociedade. É o director fundador do Centro de Ecoliteracy em Berkeley. (www.fritjofcapra.net). <sup>121</sup> Capra, Fritjof - *The hidden connections*. New York: Doubleday, 2002. pp. 70-97.



Os esquemas apresentados na fig. 20 exemplificam como o pensamento de design se relaciona e equilibra com as outras áreas. O pensamento económico, social e ambiental deve ser rentável e eficiente, compondo os vários paradigmas do processo de design thinking e biomimicry thinking e do ciclo de vida de um produto (pré-produção; produção; distribuição; utilização; descartar). A comunidade sustentável tem uma referência ao local como factor de desenvolvimento social, flexibilidade social e inclusão social.

F. 20 · Esquemas do enquadramento do processo de design com as diferentes áreas e do ciclo de vida do produto



### 1.3.1 Pensamento sustentável vs. pensamento criativo

Sim Van Der Ryn<sup>122</sup> no livro *Ecological design* de 2007, afirma que “a crise ambiental, de muitas formas deriva de uma crise a nível de design. É uma consequência de como as coisas são feitas, os edifícios são construídos e as paisagens são usadas. Projecto manifesta cultura, e a cultura repousa firmemente sobre o fundamento do que acreditamos ser verdade sobre o mundo”<sup>123</sup>.

Felizmente a tendência tem sido alterada, mas durante muitos anos, o impacto ambiental no processo de desenvolvimento de projecto era pouco importante. Ryn acredita que “os designers têm a chave para destruir o mundo natural ou para corrigir os erros já realizados, derivados de pobres decisões durante o processo de design industrial”<sup>124</sup>. Nos últimos 70 anos, os designers colocaram uma grande importância na ligação dos elementos formais e funcionais, onde nos anos trinta, Ludwig Mies Van Der Rohe<sup>125</sup> relembrou o termo “menos é mais” de Robert Browning (1885) e nos anos 60, Dieter Rams<sup>126</sup> disse “a forma segue a função”, reforçando o design simples e duradouro, racionalizando alguns gastos industriais, mas promovendo ainda muito pouco o elemento mais importante, o impacto ambiental. A estética aumenta custos industriais e o risco de necessidade em peças extra para fazer moldes que consigam produzir formas “apelativas e criativas”. O design não trata de se ter um produto esteticamente apelativo, deve antes procurar, proporcionar ao consumidor um objecto funcional, simples, económico, sustentável industrialmente e ecológico. O livro *Cent objets, un siècle de design*<sup>127</sup> de 1999, dos autores Mel Byars e Arlette Barré-Despond, apresenta vários casos que contribuem para um número sem fim de objectos sem função na plenitude e que influenciam negativamente os consumidores a adquirir algo “icónico e elitista” que não precisam. Philippe Starck<sup>128</sup> é um dos casos visados pelos autores que contribuiu para este pensamento elitista. No entanto, Starck como muitos outros designers de renome internacional têm alterado na última década as suas metodologias de design, adaptando-se às questões ambientais.

Esta ideia “errada” sobre “asfixia” criativa, pode proporcionar oportunidades únicas para a expressão criativa ligada à abordagem sustentável.



<sup>122</sup> (1935) Professor emérito holandês e norte-americano no Departamento de Arquitectura da Universidade da Califórnia - Berkeley, fundou a Sims Van der Ryn + Associates, uma empresa de arquitectura especializada em design ecológico. A tecnologia eficiente e adequada ambientalmente desenvolvida pela sua empresa tem sido amplamente divulgada e recebido alguns prémios de design e arquitectura. <sup>123</sup> Van der Ryn, Sim - *Ecological design: 10th anniversary edition*. Washington DC: Island Press, 2007. pp. 18-31. <sup>124</sup> Van der Ryn, Sim - op cit. p. 32. <sup>125</sup> (1886.1969) Arquitecto alemão naturalizado americano e considerado um dos principais nomes da arquitectura do século XX, sendo geralmente colocado no mesmo nível de Le Corbusier e Frank Lloyd Wright. Foi professor e director na escola alemã Bauhaus e um dos criadores do International style. <sup>126</sup> (1932) Designer industrial alemão intimamente ligado à empresa Braun. É um dos mais influentes designers do século XX. O design de Rams influenciou em muito o designer Jonathan Ive, director criativo da Apple, na criação de produtos como o iMac, o iPod e o iPhone. <sup>127</sup> Byars, Mel, Arlette Barré-Despond - *Cent objets, un siècle de design*. Paris: Editions de l'Amateur, 1999. p. 192. <sup>128</sup> (1949) Designer francês tornou-se amplamente conhecido desde o início de sua carreira na década de 1980, nas áreas do design de interiores, produto, industrial e arquitectónico. Em 1979 fundou sua própria empresa, a Starck Productions e já colaborou com empresas como a Alessi, Disform, Driade, Baleri, XO, Idée, Pierre Cardin, Kartell, Vitra e muitas outras empresas de renome.

Alastair Fuad-Luke<sup>129</sup> tem defendido nos últimos anos a tendência para uma criatividade sustentável. No livro *Design activism - beautiful strangeness for a sustainable world*, Luke critica que “alguns dos problemas actuais a nível de projecto deriva do facto de ainda existir muitas lacunas educacionais nas escolas de design por todo o mundo e que em muitos dos casos, os programas curriculares não exigem um pensamento limpo e sustentável no processo de design. Actualmente, todos os profissionais de design estão a enfrentar uma multiplicidade de desafios, ao realizarem projectos para um mundo industrial tão dinâmico e complexo. A educação e a prática de projecto realizado actualmente por alguns designers, engenheiros e arquitectos, precisa de evoluir e assegurar que todas as decisões tomadas projectualmente vão ao encontro de soluções adequadas ambientalmente e socialmente quando produzidas. É preciso criar condutores de sustentabilidade e preparar os alunos, professores e os diversos profissionais para o futuro próximo e o mais rápido possível”<sup>130</sup>. Ser designer no novo milénio, significa ser um agente que utiliza novas abordagens de projecto, métodos e ferramentas ligadas ao mundo natural.

Alastair como defensor acérrimo do design afirma que “o poder do design é a chave principal para uma mudança social e ambiental positiva. Os designers realmente têm mais potencial para retardar a degradação ambiental do que economistas, políticos e ambientalistas. O poder do design é catalítico”<sup>131</sup>. Também Jason F. McLennan<sup>132</sup> explica no livro *The philosophy of sustainable design* publicado em 2004, que “projecto ou design sustentável é uma filosofia de design que visa maximizar a qualidade do ambiente ou do produto construído, minimizando ou eliminando impacto negativo para o meio natural”<sup>133</sup>. McLennan estabeleceu esta teoria como “um movimento não estético, ao contrário de todos os movimentos de design que surgiram até ao final do séc. XX, que se baseavam em “modas e tendências. Ao tratar-se de uma teoria que apela a um pensamento sustentável e não estético, vai resistir às tendências e, portanto, nunca sai de moda”<sup>134</sup>. Esta teoria que procura não banir nem priorizar a estética, mas integrá-la, surgiu quando rebentou a crise mundial do petróleo, onde pela primeira vez na história, a humanidade começou a perceber que esta fonte de energia estava próxima do seu fim e que havia a necessidade de alterar os paradigmas de consumo energético. Foi nesta altura que a energia solar começou a ser estudada como recurso à energia fóssil.



<sup>129</sup> (?) Activista ambiental e escritor finlandês. Professor na área de Emerging Design Practices na Universidade Aalto na Finlândia, procura desenvolver soluções sustentáveis a nível ambiental e social. É também considerado por muitos designers e ambientalistas como um dos gurus do design social. <sup>130</sup> Fuad-Luke, Alastair - *Design activism: beautiful strangeness for a sustainable world*. New York: Routledge, 2009. p. 43. ([www.fuad-luke.com](http://www.fuad-luke.com)). <sup>131</sup> Fuad-Luke, Alastair - op cit. p. 15. <sup>132</sup> (1973) Arquitecto, designer, consultor, discursista, autor, activista e ambientalista. Considerado um dos mais influentes no actual movimento de construção verde e premiado pelo Buckminster Fuller Prize, o trabalho de McLennan tem tido um grande impacto e influência de como os edifícios são actualmente construídos nos Estados Unidos e no Canadá, seguindo os ideais de sustentabilidade e eficiência. CEO no International Living Future Institute (ONG), que incide na tentativa e transformação para um mundo socialmente justo e ecologicamente reestruturativo. ([www.jasonmclennan.com](http://www.jasonmclennan.com)). <sup>133</sup> McLennan, Jason F. - *The philosophy of sustainable design*. Seattle: Ecotone Publishing, 2004. p. 4. <sup>134</sup> Ibid.

Por outro lado, alguns críticos sugerem que a raiz do design sustentável apareceu com as culturas indígenas, onde estas procuravam deixar um impacto muito reduzido na natureza, mas independentemente de como ou onde começou, é claro que o “design sustentável e orgânico” está firmemente inserido nas teorias de design contemporâneo e veio para ficar. Fuad-Luke desenvolveu “a filosofia de conceito do Co-design. Este conceito reúne todos os intervenientes envolvidos no processo de design, tais como os investidores financeiros, designers como autores de projecto, gestores, comerciais e até os consumidores finais, encorajando-os a comprar produtos ecológicos e amigos do ambiente. Basicamente, o princípio geral do Co-design, é que a felicidade humana deve ser equilibrada com a felicidade ecológica”<sup>135</sup>. Devem integrar-se mutuamente.

Bruce Nussbaum, um consultor norte-americano em design, no livro *Creative intelligence* lançado em 2013, afirma que “a maior parte dos designers sofre actualmente de uma crise criativa no que toca à sustentabilidade, contribuindo em muitos dos casos com lixo para a sociedade e pior ainda para o planeta”<sup>136</sup>. Também no livro *Sustainability and design ethics*, Tom Russ<sup>137</sup> diz que “o design é um processo que traz o imaginário à realidade. É a arte e a ciência, o técnico e o criativo, o prático e o bonito. O design não prospera os seus melhores resultados se for produzido pela maior parte das condições predefinidas pela sustentabilidade durante o processo de criatividade”<sup>138</sup>. Esta afirmação poderá ter alguma razão no que toca à limitação de soluções quando um produto tem que apresentar conceitos ecológicos e sustentáveis, mas também é verdade que se o pensamento de design continuar a caminhar numa visão em que a sustentabilidade é limitadora de criatividade, poderemos estar a perder a oportunidade de lançar no mercado soluções inovadoras que nunca foram apresentadas. Contudo, Tom Russ disponibiliza conhecimentos que ajudam o indivíduo a repensar a forma como idealiza os seus projectos, sempre numa óptica amiga do ambiente e sustentável. Na óptica do designer Ross Lovegrove<sup>139</sup>, “o tédio engendra a criatividade” e as limitações podem ser vantagens para o mercado e criatividade.

### 1.3.2 Reaproveitamento do desperdício em produto · estudo de casos

Bolle tulip box by Andreas Möller, EcoWare by Tom Dixon, Note book by PoopooPaper

Um óptimo exemplo de ecologia, sustentabilidade, negócio, visibilidade da marca e do próprio país é a “Bolle tulip box”<sup>140</sup> criada por Andreas Möller em 1994<sup>141</sup>.



<sup>135</sup> Fuad-Luke, Alastair - op cit. p. 147. <sup>136</sup> Nussbaum, Bruce - **Creative intelligence: harnessing the power to create**. New York: Harper-Business, 2013. pp. 11-42. <sup>137</sup> (?) Tom Russ é professor na área “environmental technology” no College of Southern Maryland, La Plata, EUA. Também é autor dos livros “Site Planning and Design Handbook” e “Redeveloping Brownfields”. <sup>138</sup> Russ, Tom - **Sustainability and design ethics**. London: CRC Press, 2010. pp. 3-4. <sup>139</sup> (1958) Designer industrial que desde o início da sua carreira primou por um design natural. Nascido em Cardiff é conhecido como “capitão orgânico”. <sup>140</sup> Fonte: (<http://ecodesign.lboro.ac.uk/index.php?section=124>). <sup>141</sup> Fonte: (<http://studio.droog.com/studio/>)

O empresário holandês ligado à indústria animal e à agricultura observou meticulosamente dois grandes problemas, que ameaçavam tanto a segurança ecológica do país, como a perda de uma das maiores riquezas naturais presentes no ecossistema. A Holanda possui um enorme volume de negócios agrícolas e um dos resultados desta produção excessiva é a acumulação de estrume proveniente da criação animal, principalmente pelo estrume das vacas, um dos maiores poluentes mundiais devido ao metano libertado e da sua mistura em água fluviais. No documentário lançado por Kip Andersen's<sup>142</sup> em 2014, *Cowspiracy: the sustainability secret*, a criação de gado bovino contribui com cerca de 51%<sup>143</sup> da poluição global e cerca de 70% do desperdício de água e alimentação. Como país pequeno, a Holanda sempre teve a necessidade de exportar os resíduos animais para cumprir as normas da regulamentação europeia a favor do processamento de lixo<sup>144</sup>, custando milhões de euros à economia. Outro problema do país, deriva da abundância de tulipas sem escoamento comercial. Möller, através da sua experiência profissional, sabia que o estrume quando esterilizado, fica compacto, limpo, sem cheiro e podia ser comercializado. Com a Droog Design<sup>145</sup>, resolveu criar a bolle box, uma espécie de “embrulho” de esterco de vaca esterilizado com uma tulipa lá dentro ou a sua semente, incentivando os turistas a comprar a caixa como recordação ecológica, pagando pelo “souvenir” e levando o estrume para fora do país. A Bolle box também servia de “vaso natural” para outras espécies de plantas, onde o estrume funcionava como fertilizante natural, além de biodegradável. Andreas identificou um problema, projectou uma solução inteligente que não só resolveu um dos maiores problemas do país como incentivou à economia nacional sustentável<sup>146</sup>.

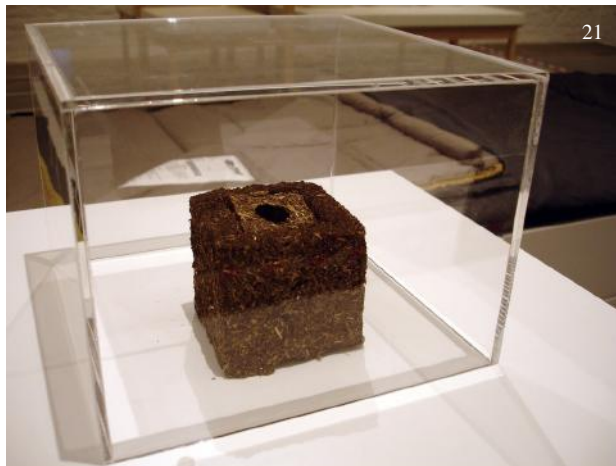
Também o serviço de refeição EcoWare desenhado por Tom Dixon<sup>147</sup> em 2005 manifesta a filosofia de “design sustentável”. Os pratos, taças e copos feitos com 80% de fibras de bambu e 20% de plástico biodegradável são um conjunto de produtos que cumprem as suas funções com o mínimo de impacto ambiental. Esteticamente funcionais são resistentes o suficiente para uso interior e exterior, apresentando um tempo de vida útil longo após a primeira utilização. Quando apresentam desgaste “podem ser utilizadas como vasos para plantas, tornando-se biodegradáveis após a sua implementação na terra. No caso deste tipo de produto, é importante salientar a quantidade de desperdício que existe na indústria hoteleira e alimentar onde grande parte do material dos produtos utilizados não é reutilizada”<sup>148</sup>.

● ●

<sup>142</sup> (?) Andersen's tornou-se num activista ambiental depois de ser bastante influenciado pelo documentário “Uma verdade inconveniente” do ex. vice-presidente norte-americano Al Gore. No entanto, não se contentou com toda a informação disponibilizada e começou uma longa pesquisa por conta-própria sobre a indústria alimentar, resultando no documentário “Cowspiracy”. <sup>143</sup> Este documentário faz uma análise profunda sobre a actual indústria animal, que contribui com elevados níveis de poluição a nível global, com o excesso de libertação de metano para a atmosfera e hidrosfera, contribuindo para o efeito de estufa, a desflorestação para o gado poder pastar, os elevados consumos de centenas de litros água e de quilos de comida para satisfazer a necessidade dos animais. Este tema tornou-se bastante refundido pelas grandes organizações ambientais à escala global, onde muitas dessas organizações recebem verbas políticas. O documentário critica os meios governamentais por saberem deste problema e nada fazerem, uma vez que a indústria animal produz elevadas receitas económicas para um país. (<http://www.cowspiracy.com/about/>). <sup>144</sup> Em 2011, a União Europeia produziu cerca de 70 milhões de toneladas de resíduos perigosos e a Comissão Europeia estimou que 19% das transferências de lixo violaram as regulamentações europeias em vigor. Dá para imaginar que em 1994, a produção de resíduos perigosos violara mais de 50% das normas europeias. Por outro lado, os países em desenvolvimento dispõem de pouca legislação ambiental, o que os torna mais vulneráveis a receber o lixo produzido por países desenvolvidos, pois recebem dinheiro por isso. (<http://www.europarl.europa.eu>). <sup>145</sup> Fundada nos anos 90 pelo Renny Remakers, a empresa de design sediada em Amsterdão na Holanda, trabalho em parceria com diversos designers internacionais. Foi uma das empresas pioneiras no design universal na Europa. <sup>146</sup> Bakker, Gijs. Ramakers, Renny - **Droog design: spirit of the nineties**. Rotterdam: 010 Publishers, 1998. <sup>147</sup> (1959) Tom Dixon estabeleceu em 2002 o seu estúdio de design de produto em Londres, procurando inovar nos produtos do quotidiano. <sup>148</sup> Proctor, Ray - **Managerial accounting for business decisions**. London: Financial Times Management, 2001. pp. 223-241.



Outro produto feito em 2007 a partir de matéria orgânica e biodegradável, são os cadernos da empresa Poopoopaper, que utiliza as fibras vegetais deixadas pelo estrume de elefante, vaca, cavalo, panda e outros animais para fabricar folhas de papel de matéria orgânica, em vez da tradicional folha feita a partir da madeira das árvores. O material fibroso deixado, depois de lavado, esterilizado e misturado com outras fibras como casca de banana e abacaxi, passam por uma secagem ao sol, proporcionando folhas ecológicas e biodegradáveis sem a necessidade da utilização de químicos, como os que são usados no papel convencional.

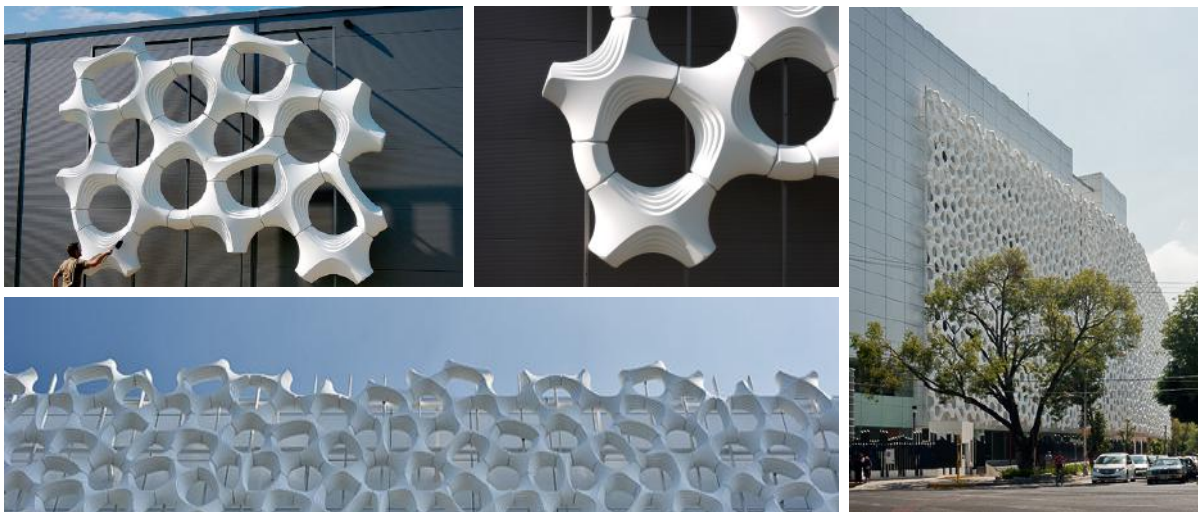


F. 21 · Bolle box na Dutch Design Week 2008 | F. 22 · Belle box com semente vegetal 1994, e logo organic pac by Droog Design 2008 | F. 23 · Ecoware by Tom Dixon, 2005 | F. 24 · Cadernos da poopoopaper feitos a partir matéria fibrosa do estrume animal, 2007

### 1.3.3 Hospital Manuel Gea Gonzales, Cidade do México · 2012

A fachada purificadora de ar · [prosolve370e.com](http://prosolve370e.com)

Em 2012, o hospital Manuel Gonzales juntamente com a empresa prosolve370e, apresentaram um projecto baseado numa fachada purificadora de ar, a “depolluting facades”. A Cidade do México, com cerca de 9 milhões de habitantes<sup>149</sup>, é também uma das mais poluídas do mundo e com vista a piorar nos próximos 5 anos. Estes “glutões”<sup>150</sup> modulares cobertos com dióxido de titânio (TiO<sub>2</sub>), são um catalisador que pode transformar os poluentes em compostos menos prejudiciais, quando os raios ultra-violeta chocam com as partículas TiO<sub>2</sub>, dão início à fotocatalise, uma reacção química que quebra as partículas de óxidos de nitrogénio e de compostos orgânicos voláteis originados pelo tráfego automóvel envolta do hospital. Também conhecido por “cimento purificador de ar”, ainda é um pouco contestado enquanto à sua real capacidade de absorção de poluição a nível mundial, mas é certo que têm crescido nos últimos anos um interesse especial por este material. De acordo com a empresa, uma superfície com painéis de 2500 m<sup>2</sup> é capaz de reduzir 98% dos compostos orgânicos voláteis que entram em contacto com a estrutura, uma quantidade equivale aos gases produzidos por mil carros por dia na zona. A substância tem vida útil de cinco anos e pode ser reaplicada nos módulos. As formas modulares facilitam a manutenção, montagem, ventilação e iluminação natural do edifício. O TiO<sub>2</sub> inserido nos módulos ainda possui a capacidade hidrófuga, não necessitando de água para limpeza e repelindo substâncias oleosas.



F. 25 · Conjunto de imagens dos módulos com partículas TiO<sub>2</sub>

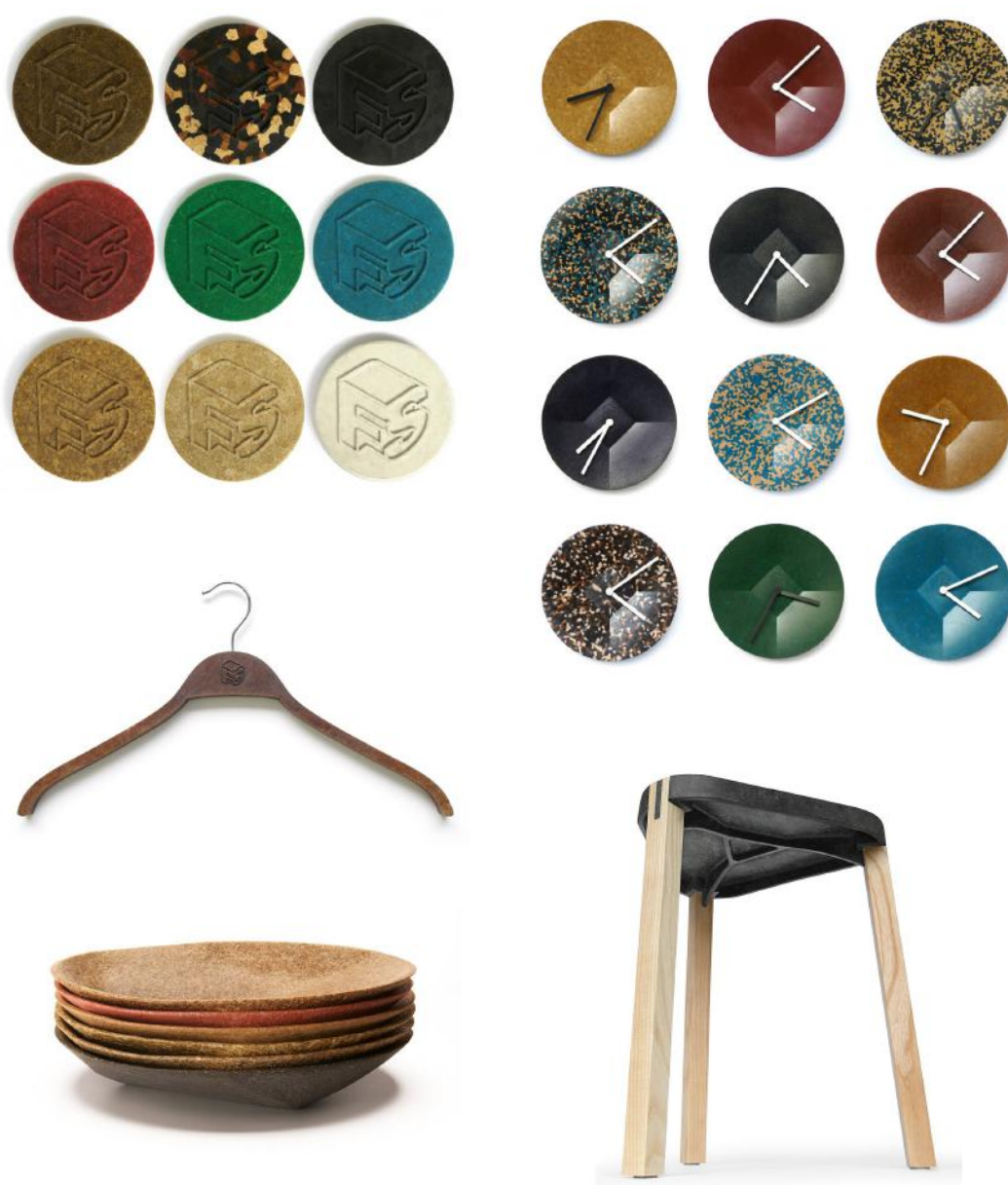
● ●

<sup>149</sup> A Grande Cidade do México com os seus aglomerados (constituídos por mais de 40 cidades), é uma das cidades mais populosas do mundo com uma população aproximadamente de 20 milhões de habitantes. <sup>150</sup> O Glutão é um animal semelhante ao urso, mas de pequeno porte e com cauda. Este animal é conhecido por roubar constantemente as presas dos ursos e dos lobos.

### 1.3.4 Biopolymers by Fluid Solids, Zurique · 2013

O polímero biodegradável · [fluidsolids.com](http://fluidsolids.com)

O trabalho desenvolvido por Beat Karrer e da sua equipa na empresa Fluid Solids em Zurique é um bom exemplo de design orgânico. O projecto Fluid Solids é um novo tipo de bio polímero feito através de desperdícios industriais, mas com um novo bio tratamento. Este polímero biodegradável mantém uma performance próxima dos polímeros convencionais. Em contacto com a água, é biodegradável em menos de 3 anos e gera mais valor ao design, uma vez que depois da sua vida útil, pode ser recuperável, triturável e reutilizável.



F. 26 · Conjunto de alguns dos produtos desenhados pela Fluid Solids

## 1.4 Síntese do 1º capítulo · considerações a reter para o processo de design

Após a investigação genérica da evolução do objecto e da sua ligação com o utilizador, é possível reter algumas conclusões do estado actual da indústria e das implicações que o design de produto tem imposto na natureza. Poderão ser considerados os seguintes parâmetros:

- O designer deve agir como agente biológico, que olhe a natureza como solução e não como dado adquirido. Aliar o processo de design ao processo natural, poderá ser vantajoso para o ambiente e para o mercado, proporcionando ideias inovadoras e mudança de paradigma da actual indústria;
- Uma vez que as pessoas não deixarão de consumir em excesso, a solução industrial poderá passar por produzir para consumir, mas que quando volte à terra, alimente a natureza. Assim mantém satisfeito o ciclo económico e psicológico da sociedade;
- A produção em massa chama para um consumo excessivo, por isso certas características do produto devem ser ponderados durante a fase de processo de design;
- Os três níveis de obsolescência planeada (a função, a qualidade e a atracção) podem dar dicas para melhorias de produção;
- Desenhar para as necessidades genuínas das pessoas e não para as necessidades artificiais;
- Os critérios gerais do design de produto estão baseados num tripé: custo, estética e performance, mas o factor mais importante é sua “morte”;
- Nas lixeiras existe materiais biodegradáveis como comida e papel. Estes materiais têm valor natural e podem ser utilizados como nutrientes biológicos para o solo;
- A reciclagem actual ainda não é solução final para o lixo, não é uma resposta eficaz ao verdadeiro problema. O problema reside na fase de processo de design, onde o produto é mal pensado e feito de diversas matérias que na maioria não podem ser recicladas;
- Não criar falsa sobrevalorização do produto com elementos triviais que gerem mais desperdício;
- Na origem de um produto novo, devemos elaborar um processo de produção baseado na “árvore das cerejas”, que funciona como uma entidade ligada a todos os factores internos, externos e aos sistemas que existem à sua volta. Depois de produzido, deve mais tarde alimentar a indústria que o criou de forma natural e sem desperdício;
- A formiga demonstra claramente que o trabalho em grupo é mais inteligente, eficaz e eficiente do que o trabalho desenvolvido individualmente. As acções realizadas pelo grupo revelam-se eficazes onde a cooperação e coordenação individual de todos os indivíduos da colónia de formigas formam uma organização sólida.

Compreender o mundo industrial, político, social e cultural pode ser vantajoso para não cometermos erros comuns durante o processo de design que prejudiquem o meio natural. O próximo capítulo apresenta várias metodologias de processo de design thinking e biomimicry thinking, úteis para o designer.

Capítulo 2 | biomimésis · lições de design a partir  
da natureza

2





martim-pescador · por todo o globo  
influenciou o nariz dos comboios de alta velocidade



“Todos os segredos e mistérios de Deus, são revelados no mundo natural, se alguém tiver a sabedoria de os observar.”

Rei Jorge III (1738.1820) de Inglaterra - 1777

## 2.1 Observar e emular a natureza · a biomimésis como método de projecto

A pesquisa realizada no primeiro capítulo permitiu compreender na sua generalidade a evolução da ligação ser humano-artefacto, do artefacto-indústria e da psicologia emocional-mercado, além de algumas noções básicas dos conceitos de sustentabilidade e ecologia aplicados no design de produto. As conclusões obtidas após a investigação do estado da arte e do mercado, incentivam ao designer o desenvolvimento de um processo capaz de proporcionar melhores ferramentas e caminhos para os objectivos a alcançar. Por norma, nos ensinos superiores de design, existe disciplinas que ensinam processos de design e metodologias de projecto que ajudam o designer a desenvolver uma linha de pensamento, que ajude a obter soluções mais viáveis e exequíveis. No entanto, na maioria das universidades, são escassas as disciplinas que ensinam ao designer como investigar e aplicar metodologias baseadas na observação natural. O segundo capítulo procura envolver o leitor no mundo biomimético e dar a conhecer algumas das suas estratégias naturais, que poderão ser aplicadas no mundo industrial. Com o conhecimento obtido, o designer poderá dar início ao biomimicry thinking e design thinking como apoio metodológico ao desenvolvimento de produto. Estes dois pensamentos são dois processos de design distintos, onde o biomimicry foca a procura de soluções naturais como conceito para projecto e o design thinking procura originar um processo empático com os utilizadores e com os constrangimentos de mercado e industriais, procurando soluções mais eficazes, eficientes e inovadoras em relação aos projectos que manifestam ausência de um pensamento metodológico ou praticam só a disciplina de design. Estes dois processos são paralelos durante o desenvolvimento, mas a possibilidade dos processos cruzarem informações biológicas, sociais e tecnológicas, aumentam a probabilidade de obter resultados positivos. A colaboração interdisciplinar dos dois processos pode ajudar a colmatar certas lacunas existentes no design thinking.

José Viana<sup>151</sup>, professor na Faculdade de Belas-artes de Lisboa explica no seu seminário sobre o design orgânico que “a natureza é errática e não tem nenhuma intenção naquilo que faz. Apesar disso é infalível no modo cru como deixa que apenas os mais adaptáveis sobrevivam. Já que a Natureza nos proporcionou a faculdade do projectar, poderemos nós - como humanos e como designers, em jeito de reconhecimento e de retribuição, providenciar no projecto um modo mais harmónico de (co)operar com essa Natureza, em vez de nos deixarmos, inconscientemente, afastar dela através do próprio projecto?”<sup>152</sup>. Esta afirmação apela ao designer que no momento de idealizar, procure no meio natural a resposta para as suas necessidades e através desta cooperação, o profissional ajuda a potencializar uma relação harmoniosa entre a natureza e o mundo artificial.



<sup>151</sup> Designer e professor nas áreas de inovação e processo de produto na FBAUL. <sup>152</sup> José Viana - O design orgânico. Abstract do seminário no mestrado de design de equipamento na FBAUL. Janeiro de 2014.

A existência humana ocupa uma pequena parcela de tempo dos 3.8 mil milhões de anos de existência da primeira bactéria no planeta terra. Durante a pré-existência humana, os organismos aprenderam a voar, a dar volta ao mundo, a viver nas profundidades dos oceanos e nos picos mais elevados, utilizando materiais e estratégias milagrosas, iluminando-se de noite, captando a energia solar e a construir um cérebro capaz de reflectir sobre si mesmo. Colectivamente, os organismos conseguiram converter a rocha e água em meios favoráveis à vida, com temperaturas estáveis e ciclos correntes de forma fluída. Fizeram tudo o que o ser humano deseja alcançar, mas sem hipotecar o futuro do planeta. Janine Benyus, uma das fundadoras do Biomimicry Institute<sup>153</sup>, no manual *Biomimicry resource handbook* de 2014, diz: “pode haver na vida humana melhores exemplos que na natureza?”<sup>154</sup>. Esta análise biomimetizada em relação à capacidade de projectar do ser humano, inaugura uma era baseada no que podemos aprender através dos ensinamentos da natureza como a forma de obter alimento, energia, materiais, técnicas e práticas de cura, armazenar informação e comercializar de forma justa. Num mundo biomimético que não é utópico, produziríamos como os animais e as plantas, utilizando a energia solar e compostos simples para fabricar materiais cerâmicos, plásticos, fibras e produtos químicos totalmente biodegradáveis<sup>155</sup>.

No livro *Biomimicry: inspiration by nature*, Janine Benyus explica que “em diversos casos o mundo natural proporcionou ao ser humano modelos para diversos tipos de aplicação, como as células fotovoltaicas ao copiarem as folhas, as fibras sintéticas que imitam a seda da aranha, cerâmicas inquebráveis derivadas da madrepérola, curas de cancro graças ao teste do sistema imunológico dos chimpanzés, computadores que funcionam e se organizam como as células e até a economia de circuito fechado de sustentabilidade como um recife de coral ou um bosque de sequóias”<sup>156</sup>. A biomimésis procura como funciona o mundo natural e mais importante, o que dura nele. Depois de milhões de anos de investigação e desenvolvimento (R&D)<sup>157</sup> pelas espécies terrestres, os fracassos ficaram fossilizados e o que nos rodeia é o segredo da sobrevivência. Os índios guaraníes<sup>158</sup> das florestas amazónicas<sup>159</sup>, assim como todas as culturas nativas que sobreviveram sem danificar o meio envolvente, reconheceram a natureza como um modelo. Tiveram ainda a humildade de se deixar seguir pelos ursos e lobos para não os matar. Depois de trezentos anos de ciência ocidental, haverá alguém da nossa geração capaz de ver o que os guaranis vêem?



<sup>153</sup> The Biomimicry Institute no Missoula, Montana (EUA), foi fundado por Janine Benyus em 2006 e tornou-se em 2014 na primeira instituição a ter um mestrado oficial em Biomimicry Thinking. O objectivo da empresa baseia-se na colaboração com outras instituições, que se tornam clientes e procuram por ensinamentos biológicos aplicados na gestão criativa das respectivas empresas. A Nike, Levis, Colgate-Palmolive, Monterey Bay Aquarium, UNEP, Interface e principalmente a IDEO, que é a maior consultora de design do mundo, são alguns dos seus clientes. <sup>154</sup> Baumeister, Dyana - *Biomimicry resource handbook*. Arizona: Biomimicry Institute, 2014. p. 16. <sup>155</sup> Ibid, p. 17. <sup>156</sup> Benyus, Janine - *Biomimicry*. Barcelona: TusQuets, 2012. p. 17. (edição espanhola do livro original de 1997). <sup>157</sup> Research and development. <sup>158</sup> Povo indígena na América do Sul que vive com os costumes naturais intactos até hoje. São cerca de dois milhões de indivíduos que lutam diariamente para que o seu território se mantenha virgem de tecnologias do séc. XXI. <sup>159</sup> O território amazónico engloba a maior floresta tropical do planeta e compreende a floresta tropical com maior biodiversidade no mundo. Ocupa cerca de 60% do território brasileiro.

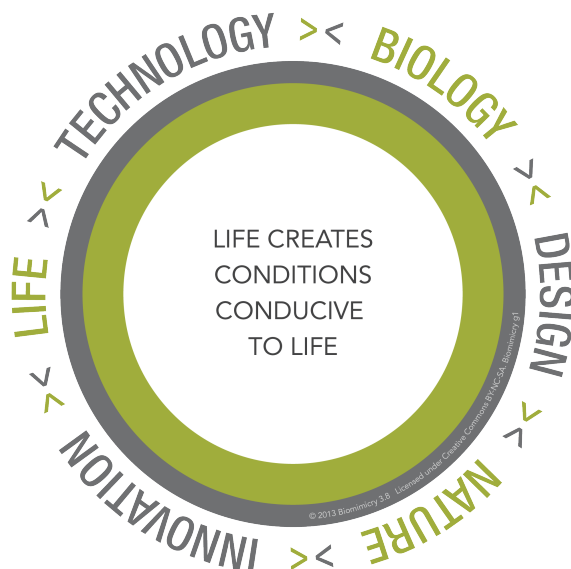
Numa analogia natural adequada à perspectiva de projecto, quando examinamos um bosque, não podemos observar uma única flor em si, devemos antes “considerar que esse bosque de abetos pode antes ser algo mais que a soma de todas as suas partes e que o seu interesse de observação pode residir na sua totalidade”<sup>160</sup>. É uma espécie de pintura pontilhista<sup>161</sup>, que se apresenta reconhecida apenas num todo. No início de uma investigação, deve-se evitar uma gestão antropocêntrica em detrimento de uma visão biocêntrica, na tentativa de perceber todas as disciplinas e intervenientes de um processo. A biomimésis está predestinada a converter-se num “meme”, uma espécie de ideia que se propaga como um “gene adaptativo” na nossa cultura.

Os organismos “surgiram na natureza com invenções elegantes, simples e menos dispendiosas para o planeta. As algas bioluminescentes combinam substâncias químicas para acender as suas lanternas corporais, os peixes do Ártico e algumas rãs são capazes de se auto-congelar e reviver dias mais tarde, protegendo os seus órgãos dos danos causados pelos cristais de gelo, os ursos negros hibernam todo o inverno sem se intoxicarem pela própria urina, enquanto os seus primos ursos polares, permanecem vivos graças a um manto de pelo transparente que actua como um colectador de raios solar. Os camaleões e os linguados modificam a coloração da sua pele para se camuflarem e confundir os predadores ou atrair presas, as abelhas, as tartarugas e as aves migratórias navegam sem a necessidade de mapas, enquanto as baleias e os pinguins mergulham sem a necessidade de botijas de oxigénio”<sup>162</sup>. Como é que o fazem? Como conseguem as libélulas superar a manobrabilidade dos nossos helicópteros? Como é que os beija-flores conseguem atravessar o golfo do México com menos de três gramas de combustível? Como conseguem as formigas carregar nas suas costas o peso equivalente a cem quilos com o sufocante calor da selva?

Estas realizações individuais tornam-se menos relevantes quando consideramos uma interligação complexa que caracterize um ecossistema, como um pântano ou uma floresta de saguaros. As comunidades de seres vivos mantêm uma estabilidade dinâmica parecida com uma coreografia, fazendo malabarismos com os recursos naturais sem causar desperdício. Os sistemas naturais “estão interconectados e possuem leis, estratégias e princípios como: a natureza caminha com a força da luz solar; só gasta a energia que necessita; ajusta a forma à função; recicla tudo e não cria desperdício; valoriza a cooperação; conta com a diversidade; procura a energia local; produz o necessário e não procura o excesso; toma partido das limitações”<sup>163</sup>. Janine afirma que “ao contemplar a possibilidade bem real de perdermos uma quarta parte das espécies nos próximos trinta anos, o biomimetismo converte-se em algo mais do que imitar a natureza, converte-se num caminho e ao mesmo tempo um resgate”<sup>164</sup>.



<sup>160</sup> Ibid, p. 19. <sup>161</sup> O Pontilhismo é uma técnica de pintura, influenciada pelo movimento impressionista do séc. XIX, em que pequenos pontos de cor provocam pela justaposição, uma mistura óptica nos olhos do observador originando uma imagem. <sup>162</sup> Ibid, pp. 19-20. <sup>163</sup> Ibid, p. 22. <sup>164</sup> Ibid, p. 24.



## 2.2 A evolução conceptual das bio metodologias

Inês Secca Ruivo<sup>165</sup>, na sua tese de doutoramento identifica o livro *Nature's teaching's: human invention anticipated by nature*, escrito pelo reverendo John George Wood<sup>166</sup> em 1877, como uma das primeiras obras em que as analogias do design biónico surgem minuciosamente retratadas, é “provavelmente o primeiro levantamento exaustivo de comparações entre sistemas naturais e técnicos. Com cerca de 750 ilustrações que ajudam a entender as analogias defendidas por J. Wood. Recorrendo a diversas áreas do conhecimento humano ordenadas por capítulos como «náutica», «caça e guerra», «arquitectura», «utensílios», «óptica», «artes utilitárias» e «acústica», o autor procura demonstrar que se encontram na natureza os protótipos que podem ajudar a concretizar as produções humanas”<sup>167</sup>. Também o designer Paulo Parra identifica na sua tese de doutoramento outra obra de grande relevância acerca das estruturas naturais presentes no mundo vegetal, *Die Planze als Erfinder* (As plantas como inventoras), publicada em 1920 por Raoul Francé<sup>168</sup>. Neste livro “são identificados inúmeros exemplos de enorme influência que a natureza tem em termos estruturais, formais e prestativos na construção do mundo artificial. Francé denomina esta metodologia mimética de “biotécnica”, um processo que através da observação natural, o homem pode construir o seu mundo artificial”<sup>169</sup>.

• •

<sup>165</sup> Designer, professor e investigador auxiliar na Universidade de Évora. <sup>166</sup> (1827.1889) Escritor inglês que popularizou a história natural nos seus livros. <sup>167</sup> Secca Ruivo, Maria Inês - **Design para o futuro: o indivíduo entre o artifício e a natureza**. Tese (doutorado) - Especialidade de Design. Aveiro: UA, 2008. p. 102. <sup>168</sup> (1874.1943) Botânico, microbiologista e escritor austro-húngaro. <sup>169</sup> Parra, Paulo - op cit. p. 80.



Ainda com o objectivo aplicativo da biotécnica, Otto Schmitt<sup>170</sup>, um cientista norte-americano especializado em zoologia, física, matemática e biofísica, propõe na década de cinquenta o conceito de “biomimética”. Em 1960, Jack E. Steele (então Major da Força Aérea dos EUA) defende “publicamente num encontro científico realizado no Wright Patterson Air Force Base, em Dayton-Ohio, na presença de uma centena de especialistas multidisciplinares, o mesmo conceito mas denominado por “biónica”, descrevendo-o como sendo o estudo de sistemas e estruturas de animais e plantas vivos, e a aplicação desses princípios na invenção de máquinas e de sistemas artificiais para o benefício do homem”<sup>171</sup>. De acordo com esta evolução do conceito biotécnico, a tese largamente defendida por vários autores de que o conceito é uma invenção norte-americana é amplamente contrariada nas investigações de Paulo Parra e Inês Secca. No fundo, a biónica na sua génese, não é mais do que uma evolução lógica do conceito biotécnica e de acordo com Parra, “em termos linguísticos e de significado aplicativo, o que acontece é a mera substituição do termo e do conceito ‘técnica’ pelo termo e conceito ‘electrónica’, este último, por sua vez, constituinte de um dos subgrupos das ciências técnicas e tecnológicas desenvolvidas no século XX”<sup>172</sup>. Na sua síntese, o que se tratava de um conhecimento conceptual no conceito biotécnico (ou biomimético), a biónica sugere um âmbito mais operativo, onde este último inicia um processo metodológico de especialização, que actualmente é denominado por Benyus e Dyana de biomimicry thinking<sup>173</sup>. Por outras palavras, Inês Secca afirma: “sendo com a mesma base metodológica que apoiou os estudos do reverendo Wood, de R. Francé e de O. Schmitt, é a partir da divulgação do termo “Biónica” que essa metodologia passa a constituir uma área de estudo própria em termos científicos e sistematizados. E foi, precisamente, por esse meio, que ‘biónica’ se assumiu como um termo/conceito e disciplina internacionalmente reconhecido, nomeadamente no que respeita a processos de design”<sup>174</sup>. Steele, num segundo encontro realizado em 1963, já sobre o tema específico da biónica e com a presença de cerca de um milhar de cientistas representativos de inúmeras áreas, popularizou o termo que rapidamente levou à disseminação sistematizada por diversas áreas do conhecimento científico, onde em 1970 por influência da cibernética e da medicina, teve uma aplicação ainda mais ampla, onde “a ciência da biónica dedica-se à disponibilização de novas partes do corpo humano, tais como membros artificiais, órgãos, sentidos, e até inteligência artificial”<sup>175</sup>. Na linha de pensamento proposto por Jack Steele, esta ciência seria passível de ser “aplicada à invenção e construção de máquinas e de dispositivos que ajudam as pessoas de diferentes maneiras”<sup>176</sup>. Neste âmbito e de acordo com Virginia Silverstein, “a biologia, a engenharia e o design ganharam um papel fundamental para aplicação da biónica, onde a primeira identifica e estuda os espécimes naturais e através do designer, o conhecimento obtido pode ser aplicado em soluções físicas, técnicas e mecânicas de acordo com os objectivos específicos”<sup>177</sup>.



<sup>170</sup> (1913.1998) Foi professor de biofísica, engenharia biomédica e engenharia electrónica tendo, ao longo da sua carreira, somando inúmeras patentes e publicações. <sup>171</sup> Secca Ruivo, Maria Inês - op cit. p. 104. <sup>172</sup> Parra, Paulo - op cit. p. 82. <sup>173</sup> Baumeister, Dyana - op cit. p. 8. <sup>174</sup> Secca Ruivo, Maria Inês - op cit. p. 104. <sup>175</sup> Ibid. <sup>176</sup> Ibid. <sup>177</sup> Silverstein, Virginia - **Bionics: man copies nature's machines**. New York: The McCall Publishing Company, 1970.

Inês Secca identifica na sua tese vários novos campos de investigação e de formação específica que nasceram da correlação disciplinar de diversas áreas como a engenharia biomédica, bioengenharia, biomecânica, bioelectrónica ou design biónico. De acordo com Inês, “o que se constata é que se numa primeira fase a biónica surge como a conciliação de estudos da biologia e da electrónica para a concepção de sistemas artificiais que beneficiem o ser humano, numa segunda fase, e graças à disseminação do conceito, a biónica deixa de corresponder à associação de bios + electrónica, para, com o mesmo conceito, passar a ser a associação de bios + outras áreas da ciência. Tanto assim que, biónica, no seu sentido etimológico de bios + electrónica – e com o intuito de estabelecer uma distinção efectiva no que respeita à aplicação do conceito às demais áreas e à actualização da disciplina em termos operativos –, é substituída pelo termo bioeléctronica”<sup>178</sup>. Podemos concluir que estes novos campos de especialização surgem da disseminação e pertencem à enorme família que constitui a biotécnica.

### 2.2.1 A emulação natural como processo no design industrial

Com a divulgação do tema, o termo biónico começou a ser popularizado por biodesign ou design biónico e entende-se: “a utilização de protótipos biológicos para o design de sistemas feitos pelo homem”<sup>179</sup>. É neste âmbito que Victor Papanek em 1971 defendeu a “implementação da disciplina da biónica na especialização de design industrial, com o fundamento de interligar várias áreas/conhecimentos para adquirir soluções biónicas mais capazes e bem formadas para implementação no mercado industrial”<sup>180</sup>.

Actualmente, o design biológico além de aplicado no sistema industrial comum, é também desenvolvido para sistemas artificiais ao nível da medicina e da engenharia nuclear. Nesse sentido, pode subdividir-se o campo de actuação do design biónico em duas categorias de produção distintas: “a produção industrial de grandes séries de produtos (normalmente direccionados para o consumidor comum) e a produção industrial de pequenas séries de produtos (associados ao suprimento de necessidades específicas de grupos previamente identificados ou a investigações avançadas em fase primária de desenvolvimento)”<sup>181</sup>.

Em relação à primeira categoria, Inês explica que “temos o imenso grupo de artefactos, cuja influência biónica mais comum é a da abordagem biomórfica, sendo que a maior parte destes produtos apesar de inspirados na organicidade formal da natureza ainda não descendem directamente de estudos macroestruturais e sistémicos rigorosos de organismos biológicos”<sup>182</sup>. Esta analogia enquadra-se com o primeiro nível de processo da observação natural do pensamento biomimético do livro *Biomimicry resource handbook* que será apresentado na pág. 64 da presente dissertação.



<sup>178</sup> Secca Ruivo, Maria Inês - op cit. p. 105. <sup>179</sup> Papanek, Victor - **Design for the real world: human ecology and social change**. Chicago: Chicago Review Press, 1971. pp. 185-186. <sup>180</sup> Ibid. <sup>181</sup> Secca Ruivo, Maria Inês - op cit. pp. 107-108. <sup>182</sup> Ibid.

Também como Paulo Parra refere na sua investigação, “existem alguns exemplos de produtos de grande tiragem industrial que contrariam a limitação projectual referida, nomeadamente no que respeita ao equipamento desportivo ou de transporte (barbatanas, fatos de banho, asa delta, barcos, etc.), e neste caso, apesar de a investigação ser primeiramente direccionada para artigos de competição (que pressupõem grupos limitados de utilizadores) os sistemas desenvolvidos, são quase sempre posteriormente adaptados a produtos de grande consumo, o que implica processos de produção em massa e as questões da sustentabilidade industrial”<sup>183</sup>, ou seja, apesar de ser um produto biomimético, alguns falham claramente os objectivos de uma produção ambientalmente viável.

A segunda categoria, produção de pequenas séries, de acordo com o Paulo Parra “compreende a produção de componentes e de sistemas artificiais de função específica, maioritariamente relacionados com a investigação nos domínios da medicina (aparelhos médicos, próteses, tecidos e implantes artificiais, etc.), da cibernética e da electrónica (nomeadamente no desenvolvimento de inteligência artificial), da aeronáutica e da náutica”<sup>184</sup>. Nestes casos, “a denominação design biónico não se circunscreve à disciplina de design como tradicionalmente a conhecemos, designando antes uma área especializada em processos de desenho/concepção de inúmeros outros sistemas artificiais, alheios ao domínio dos conhecimentos comumente adquiridos pelos designers industriais durante a sua formação”<sup>185</sup>.

A popularização do termo biodesign deve-se a revista japonesa *Car Styling*, que em 1984 publica no título do terceiro de três volumes<sup>186</sup> dedicados ao trabalho do designer Luigi Colani<sup>187</sup> (n. 1928). Em suma, “a biónica como ramificação da biotécnica é actualmente um conceito de aplicação generalizada, através do qual o homem busca aproximar os sistemas materiais e organizacionais por si criados ao modelo exemplar das ‘criações’ da natureza”<sup>188</sup>. Já em 1997, quando Janine Benyus popularizou o termo “biomimicry” no seu livro *Biomimicry: innovation inspired by nature* despertou na sociedade um interesse de curiosidade para uma nova abordagem de projecto, onde segue as práticas da observação natural como metodologia implementada no design do dia-a-dia. Não originou uma nova área, simplesmente facultou um tema adormecido, que não teve nos seus autores iniciais uma passagem de testemunho na transmissão de conhecimento às gerações seguintes. Juntamente com Dayna Baumeister<sup>189</sup>, Benyus fundou em 1998 a Biomimicry Guild uma empresa de consultoria em biomimética que mobilizou um novo contexto de projecto quebrando paradigmas patentados na sociedade na altura.



<sup>183</sup> Parra, Paulo - op cit. p. 236-246. <sup>184</sup> Parra, Paulo - op cit. pp. 222-235. <sup>185</sup> Secca Ruivo, Maria Inês - op cit. p. 109. <sup>186</sup> Luigi Colani: designing tomorrow (1978); Luigi Colani: for a brighter tomorrow (1981) e **Luigi Colani: biodesign of tomorrow** (1984). <sup>187</sup> (1928) Designer industrial alemão bastante premiado na sua longa carreira. Actualmente é conhecido pelo seu design irreverente e baseado em formas orgânicas e princípios naturais. <sup>188</sup> Apesar da palavra “bio-design” constar apenas no terceiro volume deste grupo de livros, os pressupostos a si inerentes encontravam-se já presentes nos conteúdos da primeira obra. <sup>189</sup> Bióloga norte-americana e professora em história natural, desde o final dos anos noventa que acompanha Janine na difusão do conceito “biomimicry” no mundo institucional e educacional.

Após alguma adesão de clientes, instituições educacionais e científicas, ficou claro que seria necessário criar um instituto dedicado à educação biomimética. Em 2005, com Bryony Schwan fundaram o Biomimicry Institute<sup>190</sup> e em 2007, Chris Allen juntou-se à equipa para ajudar a lançar o *AskNature*, a primeira biblioteca digital do mundo em soluções da natureza. Em 2010 nasceu o *Biomimicry 3.8*<sup>191</sup>, uma empresa híbrida de carácter social sob uma única marca e estratégia de gestão integrada, composta pela “B Corporation” para fins lucrativos e a “501(c)3” uma corporação sem fins lucrativos. Em 2014, o *Biomimicry 3.8* criou o primeiro mestrado em biomimética do mundo, em que todas as cadeiras são especializadas e direccionadas para área, não sendo composta unicamente por uma ou duas cadeiras da área. No final do mesmo ano, o instituto lançou o livro *Biomimicry resource handbook: a seed bank of best practices*, manual de metodologia aplicada à observação natural, com guidelines para projecto inspirado nas estratégias naturais. Esta equipa, juntamente com designers, engenheiros e arquitectos têm proporcionado novas soluções a mais de 250 clientes e parceiros, do redesign de tapetes, móveis, processos de fabrico, aviões e até mesmo novas urbanizações. Pela analogia do manual BRH<sup>192</sup>, o biomimicry como campo de investigação é uma disciplina de design/projecto, um ramo da ciência, um método para resolver problemas, uma ética sustentável, um movimento, uma forma de estar perante a natureza, uma nova maneira de inovar através da avaliação e observação, onde a biomimésis é promissora, pragmática, cultural e procura os processos de um sistema ecológico (os chamados *blueprints*<sup>193</sup> orgânicos)<sup>194</sup>.

Janine resume a observação natural em três regras<sup>195</sup> complementares:

- A natureza é um modelo. A biomimésis é uma nova ciência que estuda os modelos da natureza para imitar ou inspirar-se nos seus desenhos e processos biológicos para resolver problemas humanos.
- A natureza funciona como medida. A biomimésis usa os padrões ecológicos para “julgar” de forma ética e construtiva, a correcção das nossas inovações.
- A natureza como mentor. A biomimésis é uma nova ferramenta que nos ajuda a contemplar e valorizar a natureza. Inicia uma nova era baseada nos fundamentos de que esta nos pode ensinar.

“Nature as mentor (aspirational ideals), as model (innovative strategies), as measure (sustainable benchmarks)”<sup>196</sup>

Janine Benyus (EUA,2014)



<sup>190</sup> Fonte: (<http://biomimicry.org/>). <sup>191</sup> Fonte: (<http://biomimicry.net/about/>). <sup>192</sup> Abreviatura para o nome do livro *Biomimicry resource handbook*. <sup>193</sup> O blueprint é um tipo de suporte utilizado em desenho técnico para projectos de arquitectura, engenharia ou design. Normalmente era feito o desenho em linhas brancas sobre um fundo azul. Recentemente o modelo mais comum, utiliza linhas azuis em fundo branco. Actualmente quando se utiliza o termo blueprint, serve para referir a possíveis padrões, regras ou a desenhos técnicos. <sup>194</sup> Baumeister, Dyana - op cit. p. 7. <sup>195</sup> Benyus, Janine - *Biomimesis*. op cit. pp. 8-13. <sup>196</sup> Ibid. p. 13.

Apesar dos vários termos divulgados até hoje é importante salientar que o mais comum a nível internacional é biodesign. Contudo, como Inês esclarece na sua investigação, “actualmente, o sentido da palavra ‘biodesign’ é o mesmo do de design biónico’. Ambos são utilizados para designar o estudo de organismos naturais na perspectiva de uma mimêsi aplicável ao design do mundo artificial (seja no âmbito do design de produto ou da engenharia mecânica, ou no contexto do design de sistemas neurológicos adaptativos, nanobiónicos, bioeléctrónicos ou biotecnológicos ambientais, etc.). E nesse sentido, existe já uma variedade de cursos de carácter superior em diversas subespecialidade do biodesign ou do design biónico: estes podem ser direccionados para a formação de profissionais que têm como função específica o desenvolvimento de produtos médicos e biológicos, moleculares, ou até biomecânicos e estruturais em termos da investigação de novos materiais ou de novas máquinas produtivas. Como é evidente, a preparação disciplinar destes designers, apesar de complementar, difere dos objectivos de formação de um designer industrial. No entanto, é provável que num futuro em que as relações químicas e energéticas se sobreponham às relações materiais, ambas as áreas se fundam numa só”<sup>197</sup>.

### 2.2.2 Síntese dos conceitos técnico-naturais aplicados no mundo artificial

[ ] Emu · lar (do latim “aemulatio”, é o sentimento que excita o zelo e actividade para igualar/exceder os outros no que é bom)<sup>198</sup>

[ ] 1920 por Raoul Francé | bio · técnica (do grego, bios e techné · vida e técnica)

[ ] 1950 por Otto Schmitt | bio · mimésis ou bio · mimética (do grego, bios e mimésis · vida e imitação)

[ ] 1960 por Jack E. Steele | biónica (uma palavra que deriva da aglutinação do termo bios com electrónica, ciência que estuda a electricidade granular)

[ ] 1997 por Janine Benyus | bio · mimi · cry (enquanto a biomimésis denomina uma área de investigação, o biomimicry é a implementação do conhecimento natural na prática (formal, técnico e sustentável), originando um processo metodológico e operacional)<sup>199</sup>



<sup>197</sup> Secca Ruivo, Maria Inês - op cit. p. 110. <sup>198</sup> Fonte: (<https://en.wikipedia.org/wiki/Emulation>). <sup>199</sup> Baumeister, Dyana - op cit. p. 8.



[ ] 2014 por Janine Benyus e Dyana Baumeister | meme (uma ideia natural que se transmite de geração em geração)<sup>200</sup>

Janine referiu em 1997 o termo “meme” como uma unidade de evolução cultural adequada ao processo metodológico do biomimicry, apelando à importância de iniciar um processo de passagem de informação entre gerações, como a transmissão de conhecimentos obtidos pelos “designers” durante o desenvolvimento de projecto aos colegas de equipa e dos seus designers “juniores”. O apelo surge na tentativa de recuperar o que o indivíduo aprende nas suas investigações pessoais em que alguns dos casos as ideias não são transmitidas, perdendo-se a oportunidade de inovar em certos campos. Este “meme” é um exemplo nas comunidades de formigas e abelhas, onde todos os indivíduos da colónia partilham toda a informação obtida do mundo exterior de forma a melhorar a eficiência e eficácia do trabalho. O termo original foi descrito em 1976 por Richard Dawkins<sup>201</sup> no seu bestseller *The selfish gene*, como um gene altamente adaptável a uma necessidade: “é uma ideia que se adequa a um problema, que se propaga e cresce rapidamente pela população, mas que não deve ser confundido com a transmissão de conhecimento genético, pois este é um conceito muito mais complexo”<sup>202</sup>. Em 2014 no manual BRH, esta passagem de conhecimento é denominada por “meme of biomimicry”.

### 2.3.1 Caso de estudo - o gato-marsupial e o sapo-cururu

Um bom exemplo da passagem de conhecimento entre gerações no mundo natural e científico foi a experiência realizada em 2010 pelo cientista australiano Jonathan Webb<sup>203</sup>, professor na Universidade de Sidney, com o gato-marsupial australiano (*Dasyurus maculatus*)<sup>204</sup>. O pequeno marsupial que se encontra em vias de extinção, foi outrora bastante comum na costa oriental da Austrália, mas tem vindo a desaparecer, tudo pela dieta que adquiriu na última década. A sua “nova” dieta, que se tornou mortal, reside no facto de o sapo-cururu (*Rhinella marina*)<sup>205</sup>, ter invadido nos últimos anos o território do gato-tigre, também assim conhecido. Estes sapos que se reproduzem aos milhares e são fáceis de caçar são originários da América Central e norte da América do Sul e segregam um líquido tóxico no dorso quando se encontra ameaçados, acabando por vitimizar o marsupial durante a ingestão.



<sup>200</sup> Baumeister, Dyana - op cit. p. 9. <sup>201</sup> (1941) Filho de emigrantes nasceu em Nairobi, Quênia e cresceu na Inglaterra. Formou-se pela Universidade de Oxford, na Inglaterra e deu aulas de zoologia na Universidade da Califórnia em Berkeley, nos Estados Unidos. Em Oxford, foi em 1995 o primeiro titular da cátedra de Compreensão Pública da Ciência. Recebeu o prémio da Royal Society of Literature em 1987, o prémio Michael Faraday em 1990 e o prémio Shakespeare em 2005. <sup>202</sup> Dawkins, Richard - *The selfish gene*. Oxford University Press: 2 edition, 1990. p. 189-202. <sup>203</sup> Biólogo com interesse na ecologia e conservação animal. Foca-se no estudo do comportamento fisiológico e psicológico animal. <sup>204</sup> É o maior marsupial carnívoro da Austrália continental e é considerado um superpredador, perde unicamente para o seu rival Diabo-da-Tasmânia (*Sarcophilus*). Chegam a pesar entre os 4 a 7 kg. <sup>205</sup> É um animal fértil devido ao grande número de ovos postos pelas fêmeas. Seu sucesso reprodutivo deve-se também, em parte, à variedade de alimentos que podem constituir a sua dieta, que tanto inclui animais vivos como mortos. Os adultos atingem cerca 10 a 15 centímetros.

O sapo foi implementado durante os anos 30 nos campos australianos para o cultivo de cereal e cana-de-açúcar, como solução para controlo biológico da população do besouro-da-cana (*Dermolepida albohirtum*)<sup>206</sup> que naquela época eram uma praga destruindo hectares das raízes do cultivo, mas que rapidamente se viu em declínio com a introdução do sapo. Ao eliminar aquela praga, os australianos enfrentam outra praga ainda mais mortífera e perigosa para a biodiversidade do país, pois os sapos também matam crianças, crocodilos, serpentes e pássaros. No caso da morte das crianças, reside no facto de o sapo não fugir quando é capturado, pois possui a defesa do veneno e as crianças, inconscientes do perigo agarram o animal facilmente. A introdução de uma espécie num ecossistema completamente diferente do original pode resultar na eliminação de dezenas de outras espécies que não estavam preparadas para este invasor, ou seja, é uma manipulação negativa do ser humano para o ambiente.

Durante a investigação, Webb colocou a possibilidade do ensinamento genético como solução para os gatos-marsupiais, para não comerem o sapo-cururu e assim preservar a espécie. Surgiu então a ideia de os ensinar que se comessem o sapo, se sentiriam maldispostos e doentes. Webb capturou uma colónia de marsupiais fêmeas, colocou-as em cativeiro e controlou assim a sua dieta. Em jaulas individuais, Webb alimentou-as com rolos de carne boa do sapo-cururu, mas a estes rolos implementou um tóxico benigno (espécie de droga) que depois de ingerido, faz o marsupial sentir-se enjoado, mal disposto e tonto. Após alguns dias a serem alimentados, os gatos começaram a evitar comer o rolo de carne de sapo, pois aprenderam que ao ingerir aquela carne, se iriam sentir mal novamente. As fêmeas foram marcadas com chips localizadores e libertadas no seu meio natural e os investigadores receberam resultados positivos dos indivíduos “treinados” em cativeiro, ao sobreviverem mais tempo em relação a outros da mesma espécie que ainda não tinham sido treinados. O marsupial percebeu que o sapo não era um alimento saudável e a maior vitória desta experiência, foi que as fêmeas treinadas passaram a informação geneticamente para os seus filhos. Os resultados foram publicados no Jornal de Ecologia Aplicada da British Ecological Society<sup>207</sup> em 2011 e houve um crescimento da população do pequeno marsupial.

Esta forma de educar, pode influenciar as gerações futuras a partilharem o conhecimento com profissionais de diversas áreas para resolverem problemas do quotidiano, baseando-se nos conceitos e soluções interdisciplinares. Deste modo, estas gerações mais educadas e influenciadas pelos bons ensinamentos poderão reverter o estado em que o actual mundo industrial se encontra.

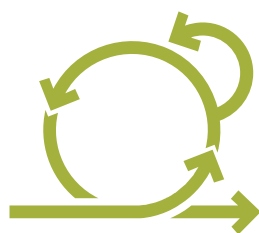


<sup>206</sup> É um besouro australiano e uma praga da cana-de-açúcar. Os besouros adultos alimentam-se das sobras da cana, mas o maior dano é causado pela ninhada de larvas deixadas na superfície da terra, onde estas comem as raízes da planta, podendo até matar ou impedir o seu crescimento. <sup>207</sup> Fonte: (<http://www.abc.net.au/science/articles/2010/07/09/2949145.htm?site=science/drkarl&topic=latest>)



## 2.4 Biomimicry & design thinking

dois pensamentos, um objectivo e inovar pelo design

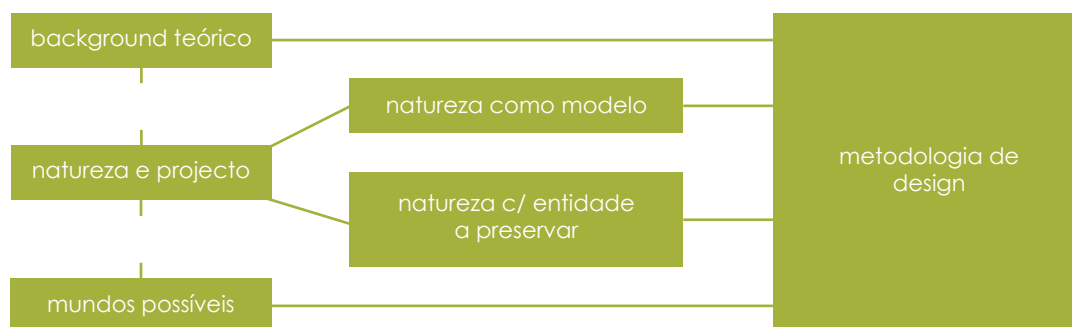


### 2.4.1 Estratégias naturais como solução · biomimicry thinking

Todo o processo de design envolve pesquisa. Realizar uma investigação de mercado antes de iniciar um projecto, tornou-se fundamental no design do novo milénio, com o objectivo obter um feedback mais fiável sobre o problema e na tentativa de eliminar certos erros durante o desenvolvimento e implementação do produto ou serviço. A esta pesquisa “primária”, os designers, arquitectos, engenheiros e todos os inovadores que procuram uma resposta para um problema, será vantajoso em qualquer projecto colocar uma pergunta como ponto de partida: o que é que a natureza pode fazer aqui? Na natureza não existe uma só ideia, mas milhões de soluções. Esta pergunta inicia uma metodologia baseada na observação natural e é então, necessário realizar uma abordagem histórica sobre algumas das metodologias e pensamentos, já apresentadas por diversos designers ao longo da evolução desta área de estudo, como Victor Papanek, Luigi Colani, Janine Benyus, Neri Oxman, e também das propostas metodológicas apresentadas por Paulo Parra e Inês Secca. Para esta investigação, a metodologia tida como base, foi o processo de design natural apresentado no manual de apoio *Biomimicry resource handbook* publicado pelo Biomimicry Institute. Além de ser a mais recente obra publicada (Dezembro de 2014) até à realização da presente dissertação, apresenta-se actualmente como um estudo interdisciplinar interactivo e com vários *upgrades* das metodologias dos autores mencionados anteriormente.

Inês Secca, após o estudo de diferentes projectos e das metodologias adaptadas por alguns autores mencionados anteriormente, refere na fig. 28<sup>208</sup>, que “background teórico”, “natureza e projecto” e “mundos possíveis”, são numa primeira análise, considerados os principais factores chave para a delimitação dos conceitos inerentes às diferentes metodologias desenvolvidas por cada um. Inês, também sintetiza na fig. 29<sup>209</sup>, uma possível metodologia generalizada ligada à observação natural que pode ser aplicada pelo designer durante o processo de design.

F. 28 · Resumo gráfico inerente aos factores-chave de maior relevância, identificados por Inês Secca nas metodologias de design adoptado à natureza pelos autores por Victor Papanek, Luigi Colani e Paulo Parra



● ●

<sup>208</sup> Secca Ruivo, Maria Inês - op cit. p. 237. <sup>209</sup> Ibid. p. 239

F. 29 · Natureza como modelo em processos de design: categorização de estudos-tipo aplicáveis ao projecto



Estas figuras demonstram uma abordagem geral de um possível caminho a seguir durante o processo de design, mas que pode ser adaptado às necessidades, ferramentas e métodos de trabalho de cada profissional. A fig. 29 apresenta de forma básica as linhas estruturais para a observação natural sugerida no manual BRH. Este guia de pensamento natural é denominado por *Life's principles* no manual<sup>210</sup>.

Os *Life's principles*, (princípios de vida/estratégias naturais), são um conjunto de comportamentos utilizados pela natureza que demonstram a sua “habilidade” em subsistir para prosperar na terra, desde da célula “*Amoeba*”<sup>211</sup> à Zebra”. O planeta terra, ao longo de 3.8 mil milhões de anos, tem sobrevivido através de uma rigorosa selecção de tentativas e com uma taxa de erro de 99.9%<sup>212</sup>. Só 1/10 de 1% das espécies que já viveram na terra, sobreviveram até hoje, obrigando à natureza um alto nível de controlo nas normas de qualidade. Estes dados indicam que os 30 milhões<sup>213</sup> de espécies existentes actualmente no planeta possuem uma experiência incorporada de extrema importância no que diz respeito às estratégias de sobrevivência, proporcionando poderosas ferramentas ao ser humano para um design estratégico e sustentável. Na natureza, “cada animal e planta podem ser uma solução de design para um problema particular”<sup>214</sup>.

“Aprender sobre o mundo natural é uma coisa, mas aprender com o mundo natural é outra. Essa é atitude que faz a diferença”<sup>215</sup>

Janine Benyus (EUA,1997)

● ●

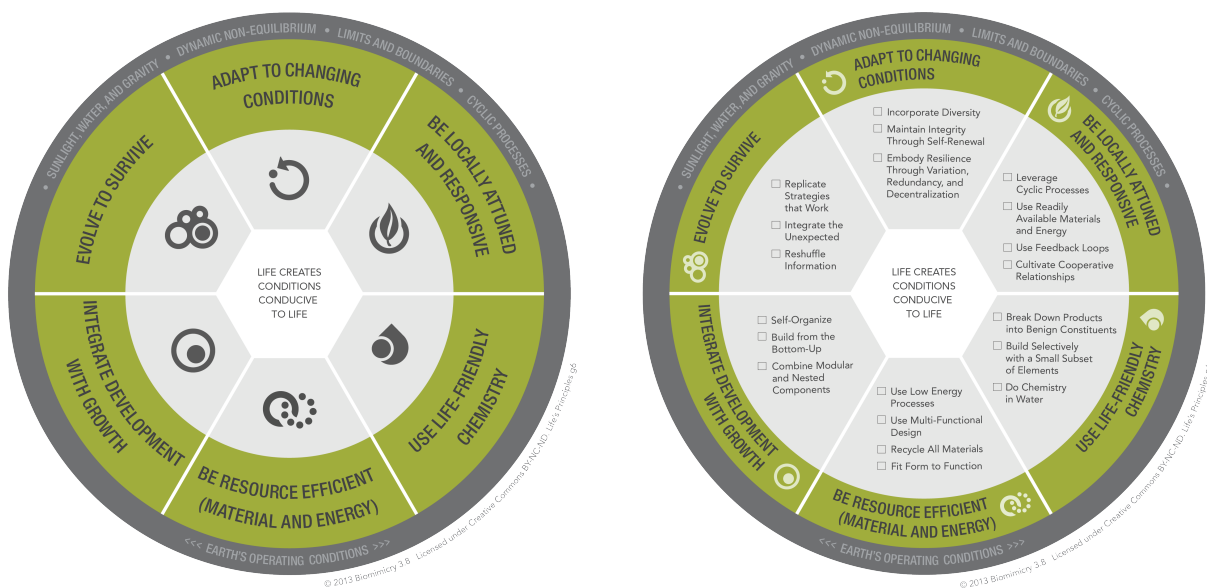
<sup>210</sup> Baumeister, Dyana - op cit. p. 19. <sup>211</sup> Célula ou organismo, não parasita, muito presente em água doce e que tem a habilidade de alterar a sua forma. <sup>212</sup> Ibid. <sup>213</sup> Ibid. <sup>214</sup> Benyus, Janine - op cit. pp. 24-25. <sup>215</sup> Ibid.



Durante a (re)conexão com a natureza, estes princípios proporcionam ao designer uma ponte com a biologia, onde resulta do sumário de conclusões que os cientistas recolhem, reconhecem e testemunham durante o processo de exploração do mundo natural, onde é possível estabelecer analogias evolutivas entre os sistemas biológicos e os sistemas tecnológicos e propondo uma coevolução simbiótica entre ambos. A fusão entre a engenharia e o design com os princípios naturais pode denominar-se por biomimicry thinking (processo da biomimésis ou BID<sup>216</sup>).

A engenharia inversa<sup>217</sup> pode ser um bom caminho para responder aos mais variados desafios para a sustentabilidade. Marc Weissburg<sup>218</sup>, professor associado de biologia na Universidade de Geórgia Tech e co-director do CBID<sup>219</sup> afirma que “é essencial entrarmos numa era biomorfica<sup>220</sup>, se queremos salvar o mundo nos próximos 50 anos”. A fig. 30<sup>221</sup>, mostra duas ilustrações que nos ajudam a compreender como o design deve ser processado e contextualizado não só no mundo tecnológico, como no mundo natural, podendo seguir estas condições operativas.

F. 30 · Ilustração dos princípios do biomimicry thinking



<sup>216</sup> Abreviatura inglesa para Biologically Inspired Design (design de inspiração biológica). <sup>217</sup> Processo que permite perceber a metodologia do “como foi feito” através da análise/observação do que está feito. <sup>218</sup> Fonte: (<http://www.biology.gatech.edu/people/marc-weissburg>). <sup>219</sup> Center for Biologically Inspired Design. Jeannette Yen é a directora principal. <sup>220</sup> Soluções inspiradas nos princípios e formas dos sistemas biológicos. <sup>221</sup> Baumeister, Dyana - op cit. pp. 19-30.

## 2.4.2 Os três principais níveis de processo do biomimicry thinking

Os três níveis<sup>222</sup> apresentados no manual BRH definem a tipologia de pensamento durante o processo biomimético:

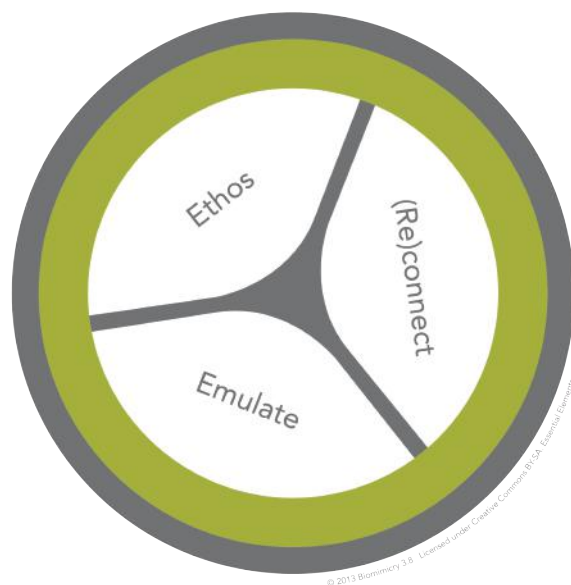
- O **primeiro nível** procura imitar a forma natural. Nesta instância poderemos não obter o rendimento para algo sustentável, pois só observar e copiar as linhas naturais pode ser inconclusivo, mas para algumas soluções, poderá ser o suficiente, como por exemplo copiar a organização dos favos de mel;
- No **segundo nível** aprofundamos o conhecimento do processo natural no seu carácter formal e funcional, proporcionando-nos receitas benéficas para a nosso problema e conectando o ser humano com a natureza;
- No **terceiro nível** as soluções devem corresponder a uma tecnologia limpa, para obter um ecossistema natural e ético. A natureza também soluciona os seus problemas sem criar desperdício e se a nossa solução passar por um processo dispendioso em recursos, poluente e mal entregue à sociedade, falhamos claramente o objectivo.

Estes três níveis de processo também são referidos por Paulo Parra na sua tese de doutoramento<sup>223</sup>, onde o primeiro nível é denominado por **biosimbiose** e manifesta metodologias biomórficas com sugestões formais retiradas da natureza e que poderão ser aplicadas com maior ou menor rigor nos produtos. O segundo nível por **tecnosimbiose**, onde a observação feita pelo designer deve seguir metodologias biotécnicas, ou seja, que procurem pormenores funcionais que os sistemas naturais desenvolveram e serão aplicados tecnicamente em produtos. O terceiro, deriva da fusão das ideias dos dois níveis anteriores e é denominado pelo autor por **cosimbiose**, onde procura implementar os conhecimentos formais e funcionais nos produtos, proporcionando um design eficaz, eficiente, limpo e sustentável como na natureza.

A aplicação de todos os níveis no design de produto origina de acordo com o autor o design simbiótico<sup>224</sup>, propondo a compreensão e o respeito por um sistema de trocas energéticas do qual somos parte integrante. O próprio significado da palavra simbiose remete para uma relação mútua entre dois ou mais organismos de diferentes espécies e por isso, também podemos compreender nesta analogia, a relação entre diferentes sistemas naturais e artificiais interdisciplinares. Estes três níveis também são paralelos aos **três elementos essenciais** do biomimicry (emular, (re)conectar e ética projectual)<sup>225</sup>, presentes na fig. 31. A biologia, a engenharia e o design devem seguir um caminho mútuo, com o objectivo de adaptar o conhecimento biológico às necessidades da sociedade, tornando-se na disciplina que interpreta/transpõe a informação existente em conhecimento técnico.



<sup>222</sup> Baumeister, Dyana - op cit. pp. 11-12. <sup>223</sup> Parra, Paulo - op cit. pp. 70-87. <sup>224</sup> Ibid. pp. 326-330. <sup>225</sup> Baumeister, Dyana - op cit. pp. 85-86.



A luva bioluminescente idealizada por Paulo Parra apresenta-se como um bom exemplo de design simbiótico, onde “o ser humano é um grande produtor de energia cinética e térmica. Explorar essas potencialidades é um dos âmbitos do design simbiótico. Nesta perspectiva, o autor propõe um sistema que, activado através do calor humano produz energia luminosa, ou seja, quando a Luva entra em contacto com o corpo humano aproveita a sua energia térmica para produzir luz. Este sistema funciona em cooperação com o corpo humano estabelecendo-se, assim, uma cosimbiose. A Luva quando vestida estabelece uma relação simbiótica com o ser humano. O Homem dá a sua estrutura e energia térmica à luva e esta retribui com a emissão de energia luminosa”<sup>226</sup>. A Luva proposta “é composta por um sistema bioluminescente constituído por uma película flexível, superficialmente revestida por um material à base de cristais líquidos termosensíveis. Quando a luva entra em contacto com o corpo humano, o material que a compõe é excitado, transformando a energia térmica do corpo em energia luminosa. As suas aplicações directas são facilmente identificáveis: trabalhos de precisão, segurança pública, equipamento de salvamento, medicina, escrita e leitura, sinalização e comunicação à distância, objecto lúdico, etc.”<sup>227</sup>. Este projecto enquadra-se no “sistema protético”, conceito desenvolvido por Paulo Parra, que prime o relacionamento do sistema de objectos com o corpo humano e envolvente (estética de relações) contrapondo a (estética de formas).

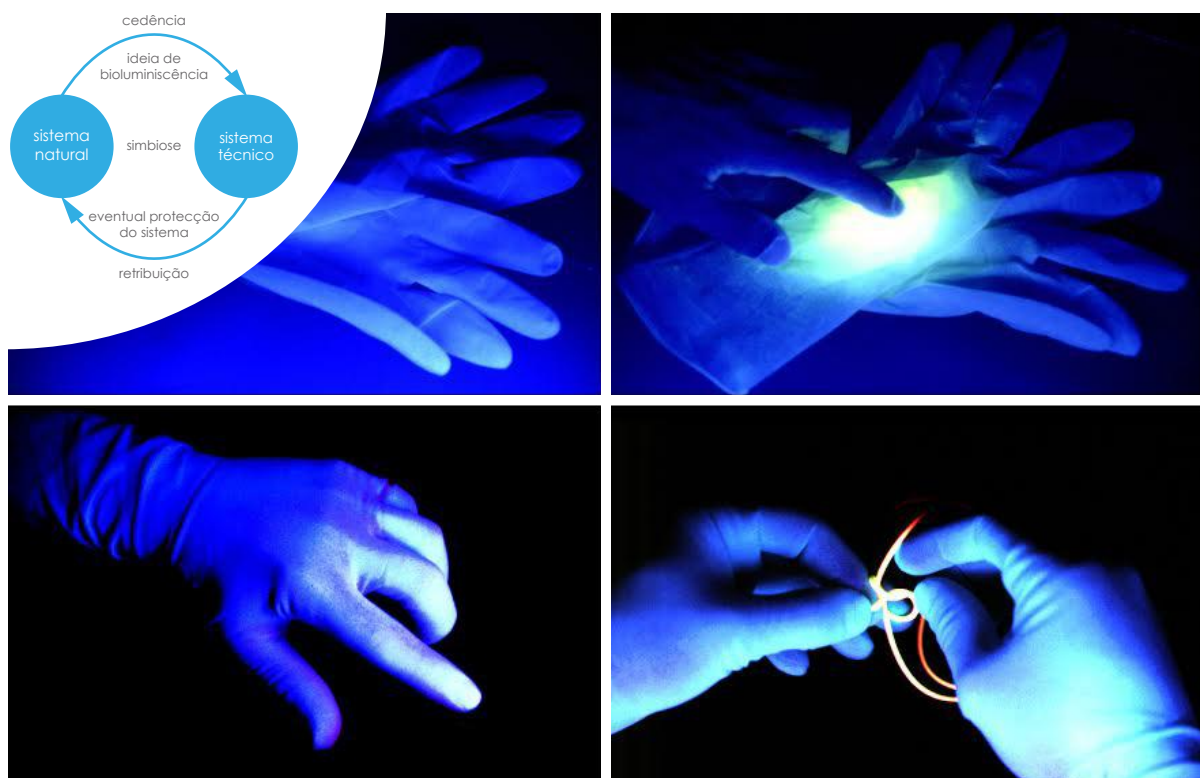
● ●

<sup>226</sup> Parra, Paulo - op cit. p 331. <sup>227</sup> Ibid. p. 332.

A utilização destes modelos biológicos e bioquímicos são fundamentais para a análise de processos orgânicos em que se incluem “conhecimentos morfológicos e métricos que possibilitem a caracterização, tanto dos sistemas biológicos, na perspectiva de uma futura utilização, como dos sistemas tecnológicos, buscando assim uma aproximação real entre sistemas tecnológicos e biológicos. Implicam ainda, e sobretudo, através da cooperação, “um respeito pelos ecossistemas dos quais os tecnossistemas são parte integrante”<sup>228</sup>.

Nesta mesma investigação, Paulo Parra identifica uma interessante analogia para o “não biodesign” em contradição à simbiose, a existência da antibiose. É “o nome que se atribui à relação entre seres vivos de espécies diferentes, em que uma das espécies (os antibióticos) produz determinada substância química que, uma vez lançada para o exterior, inibe a outra espécie de se desenvolver perto de si. O grau de inibição da segunda espécie depende do tipo e da quantidade de substâncias tóxicas lançadas pelo antibiótico, mas a sua acção é geralmente mortal para a espécie visada. Este comportamento é também ele, passível de ser transferido para o universo da cultura projectual. Um Projecto antibiótico “implica um processo projectual destrutivo, ou pelo menos pouco cooperativo”<sup>229</sup>.

Na mesma linha de pensamento de Paulo Parra, da não prática do design antibiótico, o terceiro elemento essencial do biomimicry thinking (fig. 31), apela à existência de ética projectual, que respeita os referidos parâmetros sociais e ambientais.



F. 32 - luva bioluminescente proposta por Paulo Parra

• •

<sup>228</sup> Parra, Paulo - op cit. p. 328. <sup>229</sup> Ibid. p. 329.

### 2.4.3 O processo metodológico natural apresentado pelo Biomimicry Institute

O biomimicry institute disponibiliza este processo contextual<sup>230</sup> patente na fig. 33, que ajuda o profissional a delinear um caminho metodológico sintetizado para encontrar uma solução com maior eficiência, eficácia e probabilidade de sucesso. O processo é dividido em quatro fases, subdivididas em oito etapas:

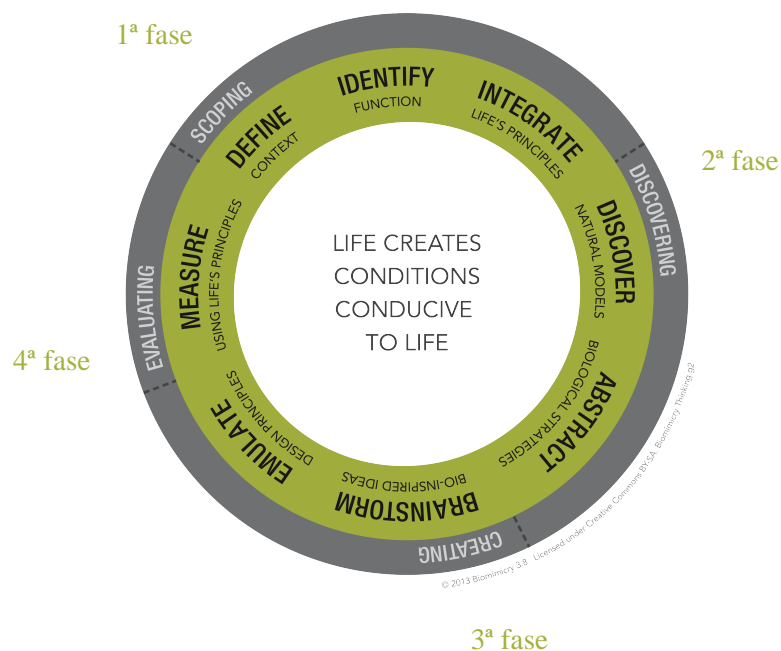
**1ª Fase** · definição de conceito/necessidade | definir um contexto, identificar uma função e pesquisar fontes literárias com casos no mercado que coincidem com o projecto;

**2ª Fase** · descoberta | observação de modelos naturais (se possível “no terreno”), resumir/anotar as estratégias relevantes ao projecto e integrar os princípios naturais. Delimitação do âmbito de investigação;

**3ª Fase** · desenvolvimento e teste | brainstorming sobre as ideias inspiradas, emular e enquadrar as estratégias naturais no design de produto. Discutir os resultados com biólogos, engenheiros e outros designers;

**4ª Fase** · avaliação, discussão e comparação com os ensinamentos naturais relevantes para o projecto, de modo a perceber se a solução proposta respeita os princípios da natureza, sem comprometer o seu bom funcionamento. Voltar ao início e rever todos os passos, na tentativa de perceber aspectos que falharam.

F. 33 · Ilustração do biomimicry thinking pelo Biomimicry Institute com as diferentes quatro fases de processo, divididas em oito etapas



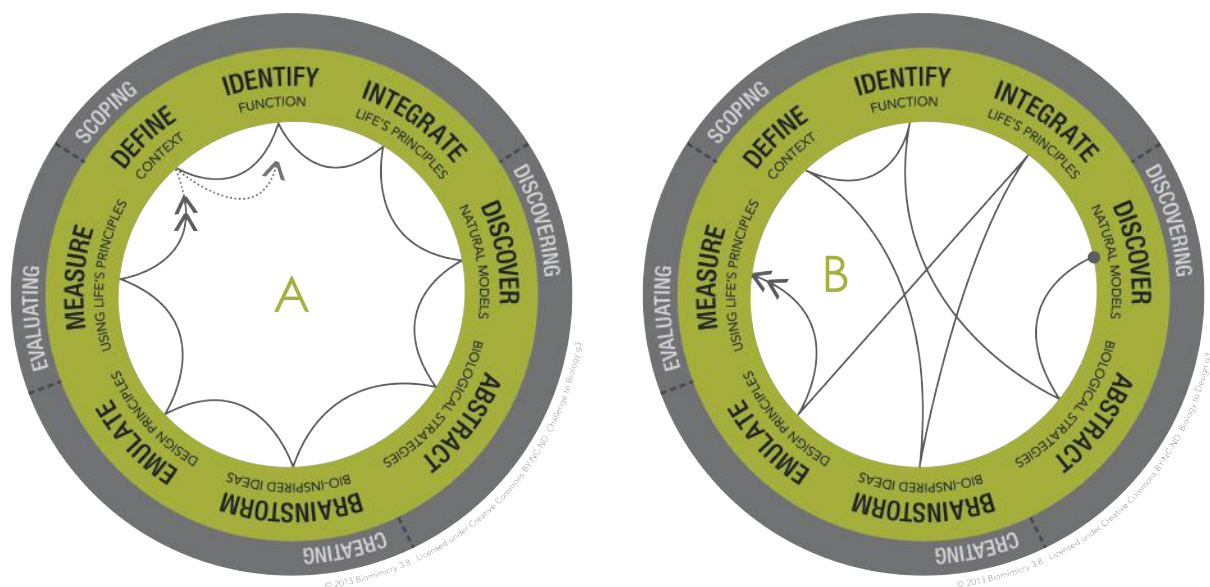
<sup>230</sup> Baumeister, Dyana - op cit. p. 90-93.



#### 2.4.4 Desafiar a biologia · processo de emulação formal

Como foi referido anteriormente, todos os processos e metodologias podem ser personalizadas e adaptados a cada profissional ou área. Desafiar a biologia é uma nova perspectiva<sup>231</sup> lançada pelo Biomimicry Institute aos profissionais que querem desenvolver processos mais interactivos, adaptados às suas necessidades e particularmente úteis para uma definição conceptual "controlada" na visão de cada um. Não surpreendentemente, os melhores resultados ocorrem quando navegamos o mesmo caminho que planeamos várias vezes. A ilustração A da fig. 34 exemplifica um caminho de processo mais assertivo e metodológico, etapa por etapa, com o objectivo de diminuir a taxa de erros durante o processo, onde depois de desenvolvida a solução final, o processo é novamente revisto e definido, na óptica de encontrar falhas não identificadas anteriormente. No caso de o profissional pretender praticar uma estratégia menos rigorosa, pode optar pelo processo da ilustração B da fig. 34, através de um caminho mais espontâneo e interactivo saltando entre as etapas das diferentes fases. Esta analogia é mais apropriada para profissionais de outras áreas além do design, arquitectura e engenharia ou estudantes que ainda não possuem a sua própria metodologia e que só aspiram copiar o conceito formal do conhecimento observado, sem realizar uma pesquisa aprofundada sobre a técnica estrutural da fonte natural.

F. 34 · Ilustração dos diferentes caminhos durante as etapas pelo Biomimicry Institute



231 Ibid. pp. 141-150.

## 2.5 Disseminação de design thinking

Depois da abordagem das diferentes metodologias naturais para projecto, principalmente da linha de pensamento disponibilizada pelo Biomimicry Institute, para um designer com raízes de aprendizagem nos fundamentos industriais, torna-se claro a necessidade de adaptar o biomimicry thinking ao design thinking, com o objectivo de desenvolver um processo de design mais direccionado para a indústria e para as pessoas, trazendo inovação pelo design. O estado actual da tecnologia permite a propagação de ideias em poucos segundos através dos meios de comunicação e é cada vez mais fácil aprender novas ferramentas de trabalho, analisar o mercado e consultar resultados/conclusões de pesquisas já realizadas por outros profissionais. Com o mercado cada vez mais exigente, repleto de ideias e concorrência, na área do design torna-se uma necessidade constante e essencial saber inovar através de processos e métodos de trabalho, que gerem novos paradigmas no mercado. O design thinking com as suas abordagens de projecto pode valorizar o resultado final do design e minimizar a probabilidade de o produto/-serviço falhar no mercado. A diferença entre os dois campos pode resumir-se na seguinte analogia:

**Design thinking** · o que fazer? | Fase inicial de projecto

**Design** · como fazer? | Fase de implementação do projecto

F. 35 · Ilustração do contexto de design thinking e design durante o desenvolvimento de produto<sup>232</sup>



Na opinião de Bruce Mau, o “design é a capacidade humana de planejar e produzir unicamente resultados desejáveis”<sup>233</sup>. Vários autores têm percepcionado o design, como o resultado visual de um processo criativo, por outras palavras, o design é o efeito aparente de um produto no mercado, enquanto o design thinking é o processo de pensamento e funcional para obter esse resultado. Tim Brown<sup>234</sup>, explica que o “design thinking pode ser descrito como a disciplina que usa os métodos e sensibilidades do designer para cruzar as necessidades das pessoas com aquilo que é tecnologicamente exequível e economicamente viável, criando valor para o cliente, utilizador e oportunidades para o mercado”<sup>235</sup> e deve sobretudo, começar com as perguntas correctas.

232 Gouveia, André Tiago - **Briefing innovation: metodologia para inovação de produto**. Lisboa: FBAUL, 2010. Dissertação (mestrado) - especialidade em design de produto. p. 56. 233 Mau, Bruce. Leonard, Jennifer - **Massive change: a manifesto for the future of global design**. London: Phaidon Press, 2004. p. 156. 234 CEO e presidente da IDEO. 235 Fonte: TED Talk - Tim Brown: designers think big! s5,41.

Na perspectiva deste pensamento, a prática do biomimicry thinking (BT)<sup>236</sup> durante o design thinking (DT)<sup>237</sup>, pode proporcionar soluções inovadoras através das estratégias naturais e com maior potencialidade de sucesso no mercado, trazendo um resultado sustentável e desejável para o design de produto e para a indústria.

Tim Brown da IDEO<sup>238</sup>, (em 2009 no vídeo TED Talk - Tim Brown: designers think big)<sup>239</sup>, fala sobre o conceito do design centrado no humano, incentivando o designer a criar empatia com as pessoas e perceber o contexto em que se inserem e vivem. No início de cada processo, em vez de começar com a tecnologia, os profissionais devem começar com as pessoas e as suas culturas: “se as necessidades humanas são o ponto de partida, a metodologia de design rapidamente passa para uma analogia de ‘aprender a criar’, ao invés de pensar sobre o que construir. É preferível construir para pensar”. Brown também refere, que “o design pode tornar-se mais poderoso, quando é pensado no terreno ao lado dos utilizadores/comunidade, originando um processo empático”<sup>240</sup>. Estas pessoas têm mais poder para nos ensinar no início de cada projecto, que os computadores do nosso escritório. A “ideia de participação para a sua conclusão lógica, talvez seja dizer que o design tem mais impacto quando é retirado das mãos dos designers e é colocado nas mãos de todos”<sup>241</sup>.

De acordo com Bill Moggridge<sup>242</sup>, o design comum pode ser considerado uma sensibilidade geral intrínseca em qualquer indivíduo da sociedade. Moggridge realça a importância de trabalhar passo a passo e de forma interdisciplinar através do DT, para procurar modelos conceituais que nos ajudam a alcançar uma solução concisa, ou seja, como fazer essa solução correctamente. Refere à “importância de investigar antes da prática, de estudar e conhecer quais os processos, objectivos e como organizar os resultados”<sup>243</sup>.

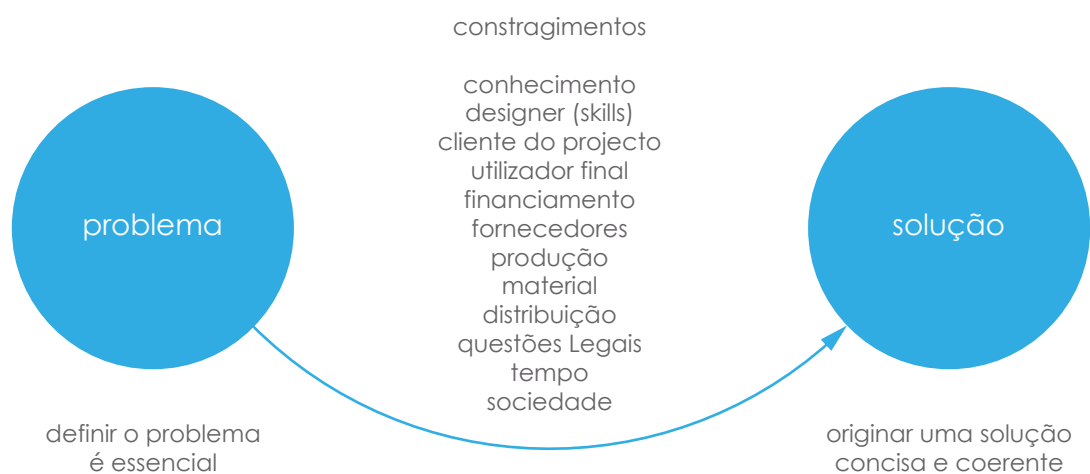
Roberto Verganti explica de forma clara como “actualmente o design e os designers são vistos pela maioria dos executivos, onde normalmente têm duas perspectivas, a primeira, mais tradicional ligada ao estilo, onde o designer desenha produtos bonitos e a segunda, mais recente, onde o designer é visto como um elemento chave e aplica o design centrado no utilizador”<sup>244</sup>. Para Thomas Lockwood<sup>245</sup>, DT “é basicamente um processo de inovação, é um sistema que ajuda a descobrir necessidades latentes e oportunidades, criando novas soluções”<sup>246</sup>.



<sup>236</sup> Abreviatura para Biomimicry Thinking. <sup>237</sup> Abreviatura para Design Thinking. <sup>238</sup> (1991 · EUA) Empresa de design e consultoria é considerada um exemplo global a seguir no ramo do design thinking. <sup>239</sup> Fonte: TED Talk - Tim Brown: designers think big! s7,06. <sup>240</sup> Ibid. s10,52. <sup>241</sup> Ibid. s13,19. <sup>242</sup> (1943.2012) O designer inglês foi co-fundador da IDEO e é considerado uma referência mundial em design thinking. <sup>243</sup> Gouveia, André Tiago - op cit. p. 81. <sup>244</sup> Ibid. p. 73. <sup>245</sup> (1960) Thomas Lockwood é co-fundador da Lockwood Resource, empresa de recrutamento internacional especializada em design e liderança em inovação. Foi presidente do Design Management Institute (DMI). É reconhecido como um dos gurus em consultoria de inovação. <sup>246</sup> Lockwood, Thomas - **Design thinking: integrating innovation**. New York: Allworth Press, 2010. p. XI.

André Gouveia explica na sua dissertação de mestrado, que inovação é tudo o que seja novo e utilitário, marcando a diferença e/ou gerando novos paradigmas, novas realidades de construção e proporcionador de mais-valia que antes não existia. É “concretizar e combinar a síntese dos conhecimentos obtidos durante a pesquisa em novos produtos. Contudo nunca devemos confundir invenção (criação de um novo conhecimento) com inovação”<sup>247</sup>.

No seu seminário *Design thinking: inovação através do design*<sup>248</sup>, apresentou vários constrangimentos (figura 36), que fazem parte do processo de design e que devem ser tidos em consideração na hora de planear uma metodologia, uma vez que o designer está constantemente dependente de factores internos e externos que podem influenciar o resultado do projecto.

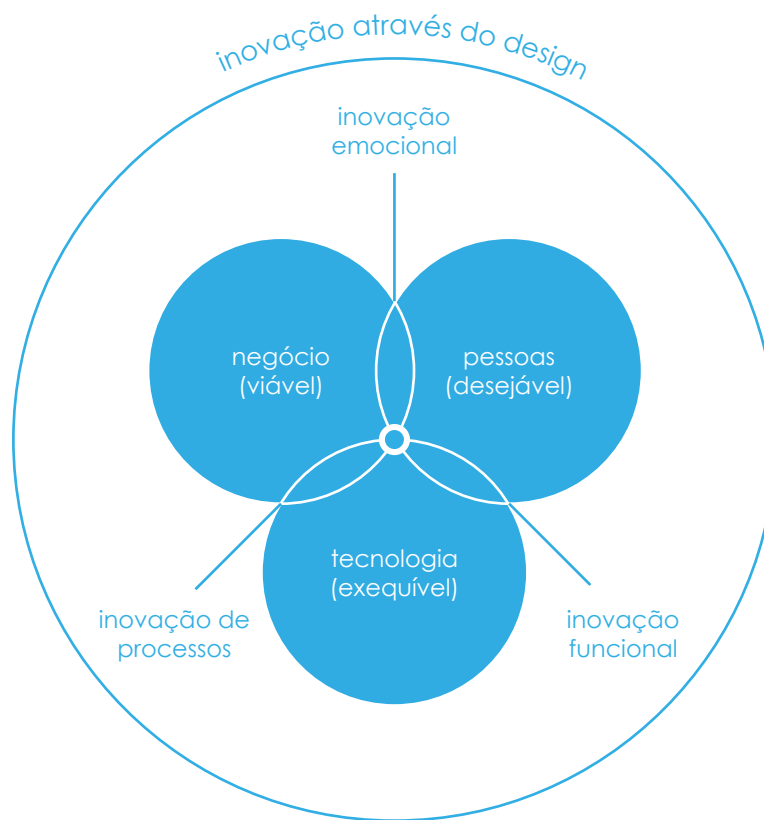


F. 36 · Ilustração por André Gouveia que generaliza os constrangimentos que integram o processo de design

Segundo Tim Brown, a “inovação acontece quando três grandes conceitos são combinados em harmonia, as pessoas (o que é desejado - para ser aceite), os negócios (o que é viável - para ser rentável) e a tecnologia (o que é exequível - para cumprir os conceitos anteriores), e o design thinking ajuda a envolver estes campos, incidindo maioritariamente no universo das pessoas”<sup>249</sup>. Esta analogia denominada por Brown como *The sweet spot*<sup>250</sup> (fig. 37), ajuda a procurar uma solução viável financeiramente (entendendo que constrangimentos industriais existem), que seja focada nas pessoas e onde o desejo de aquisição por parte do público-alvo vai definir o sucesso de mercado. Ao focar estes parâmetros, aumentamos a probabilidade de inovar através do design.

● ●

<sup>247</sup> Gouveia, André Tiago - op cit. p. 55. <sup>248</sup> André Gouveia - *Inovação através do design thinking*. Seminário no mestrado de design de equipamento na FBAUL. Janeiro de 2014. <sup>249</sup> Gouveia, André Tiago - op cit. p. 77. <sup>250</sup> Revista Harvard business review: *design thinking by Tim Brown*. Edição de junho de 2008. p. 86.



André Gouveia, sintetiza<sup>252</sup> o design thinking como:

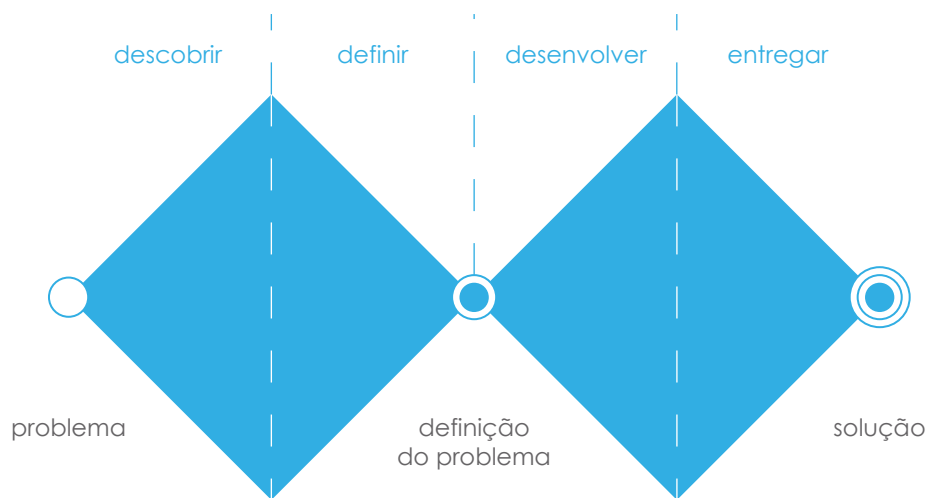
- Um processo para abordar problemas complexos e perversos;
- Um processo de design orientado para a inovação;
- Um processo que faz uso do raciocínio abdutivo dos designers;
- Um processo que descobre oportunidades;
- Um processo centrado no ser humano;
- Um processo colaborativo;
- Um processo que se desenrola em equipas interdisciplinares.



## 2.6 Double diamond · processo de design by Design Council

Outro modelo de processo de design apresentado por André Gouveia na sua investigação<sup>253</sup> é o double diamond elaborado pelo Design Council. Este mapa apresentado na fig. 38 é dividido em quatro fases de trabalho distintas, descobrir, definir, desenvolver e entregar (disponibilizar). É também um dos processos que influenciou a pesquisa desenvolvida durante o terceiro capítulo da presente dissertação. O mapa composto por etapas divergentes e convergentes demonstra os vários modos de pensamento que os profissionais devem integrar durante o processo de design.

F. 38 · Ilustração do modelo double diamond pelo Design Council



De acordo com o Design Council, a primeira fase do processo, descobrir, começa com uma ideia ou problema baseado nas necessidades do utilizador. É uma fase abrangente que integra a pesquisa de mercado, das tecnologias e capacidades do cliente e aborda um estudo do potencial utilizador. É a fase de gestão de informação de todas as envolventes do projecto. A segunda fase, definir, é a convergência de toda a informação obtida na fase anterior e enquadrada nas áreas de negócio do problema, concluindo se o projecto apresenta viabilidade para continuar. A terceira fase, desenvolvimento, começa após aprovação da viabilidade e desenvolve todos os processos criativos numa óptica divergente, desde a criação de ideias, desenhos de proposta, troca de informação multidisciplinar, protótipos, teste e avaliação. A quarta e última fase, entrega, implementa uma atitude convergente e racional, onde os resultados obtidos têm que responder ao problema inicial. São realizados os testes de qualidade e durabilidade para implementação de mercado. Este modelo “foi aprovado por empresas como a Lego, Alessi, Microsoft, Sony, entre outras”<sup>254</sup>.

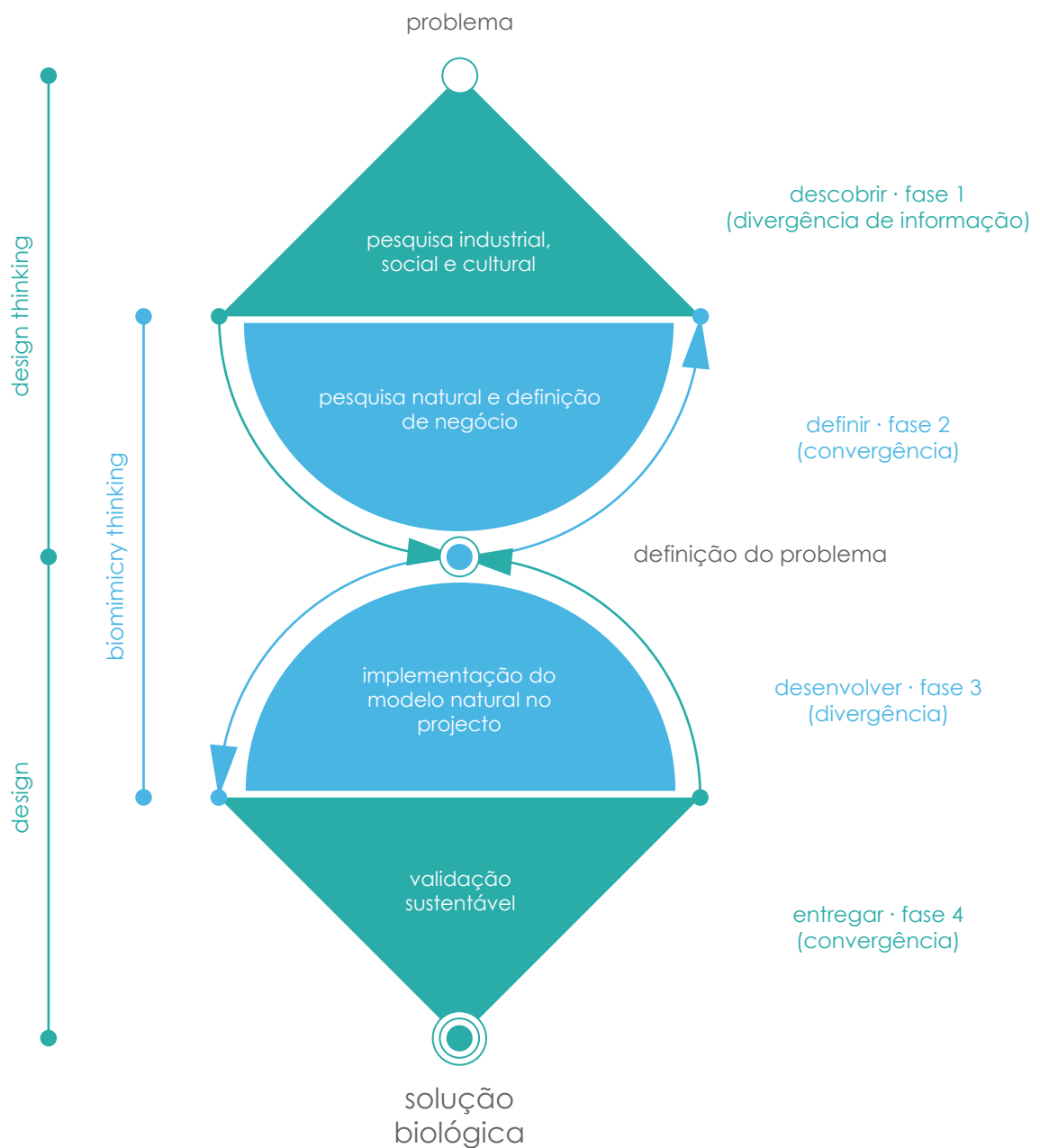
● ●

<sup>253</sup> Gouveia, André Tiago - op cit. p. 31. <sup>254</sup> Ibid.

## 2.7 Mapa Double Drop · processo tecnossimbiótico

Baseado nos modelos anteriores, nas reflexões de André Gouveia<sup>255</sup> na sua dissertação e dos conceitos biológicos referidos por Paulo Parra<sup>256</sup> na sua tese de doutoramento, o autor da presente dissertação propõe um mapa simbiótico dos processos de biomimicry thinking aliado ao design thinking, como guia de ajuda (guidelines) para projecto de design, através da interacção dos conhecimentos tecnológicos, culturais e sociais com os naturais, orgânicos e sustentáveis.

F. 39 · Ilustração do modelo Double Drop proposto pelo autor para processo de design tecnossimbiótico



• •

<sup>255</sup> Gouveia, André - op cit. pp. 83-89. <sup>256</sup> Parra, Paulo - op cit. pp. 263-264/327-330.

### 2.7.1 Double Drop · quatro fases de processo tecnosimbiótico para design de produto

A pesquisa, demonstrou nos últimos anos ser uma ferramenta fundamental para o sucesso de um projecto. Toda a informação colectada durante a pesquisa proporciona um *know-how* ao profissional para a justificação de escolhas. O seguinte processo, aberto e susceptível aos pensamentos de cada profissional, funciona como enquadramento contextual e guia de trabalho para projecto de design de produto, onde é possível cruzar informação das várias disciplinas em curso, através da iteração do conhecimento natural e industrial. Num projecto de serviço, as fases podem e devem ser diferentes em alguns pontos e mais apropriadas para serviço. No entanto, é importante ter em conta, que criação de um serviço pode originar a existência de produtos.

#### 2.7.1.1 Fase 1 · descobrir (oportunidade de produto)

É a fase (da descoberta e de pesquisa de mercado) mais divergente e inerente ao projecto. Nesta fase devemos conhecer o cliente (o que faz, quem é, quais as pessoas responsáveis, hierarquia organizacional, quais os seus objectivos, que tecnologias domina, que preços pratica e qual a sua disponibilidade financeira para inovação e desenvolvimento). Compreender o seu negócio, pode proporcionar um *know-how*<sup>257</sup> sobre o funcionamento da sua empresa no mercado (como aborda os seus trabalhadores e público-alvo), como rivaliza com os seus concorrentes directos e qual a sua actividade específica de negócio. A elaboração de um stakeholder map<sup>258</sup> pode ajudar a entender como se relaciona as componentes do produto com os envolventes internos e externos da empresa.

Devemos analisar o mercado (o que existe e o que já foi feito) a nível nacional e internacional, dependendo do sector de mercado em que a empresa actua, assim como os pontos fortes/fracos do negócio através do modelo SWOT<sup>259</sup>, reconhecendo as suas fraquezas e oportunidades. Conhecer também as empresas concorrentes com materiais diferentes ao nosso (por ex., o vidro e o plástico são concorrentes da cerâmica), pode oferecer ideias inovadoras para novas oportunidades. Recolher suporte técnico, como leis e restrições, permite-nos saber algumas das condicionantes durante o desenvolvimento na fase 3.



<sup>257</sup> É um termo em inglês que significa literalmente "saber como". Know-how é o conjunto de conhecimentos práticos (fórmulas secretas, informações, tecnologias, técnicas, procedimentos, etc.) adquiridos por uma empresa ou um profissional, que traz para si vantagens competitivas. <sup>258</sup> Uma análise Stakeholder é o processo de identificação dos indivíduos ou grupos que afectam ou podem afectar o resultado do projecto. Permite compreender como os interesses de cada interveniente, devem ser considerados na elaboração do projecto. <sup>259</sup> (Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats). Forças, Fraquezas, Oportunidades e Ameaças em português.

Durante a análise de mercado, a utilização de textos, títulos e imagens pode proporcionar ao profissional maior interacção com a pesquisa. A utilização de ferramentas online como Trello<sup>260</sup>, LinkedIn<sup>261</sup> e Behance<sup>262</sup>, pode ajudar a estabelecer contacto com os colegas de equipa, profissionais de outras áreas e até de empresas concorrentes. O Pinterest<sup>263</sup> ajuda a elaborar moodboards informativos online (quadros com imagens e características chave da nossa pesquisa), que facilmente são partilhados com colegas de equipa e com os clientes.

Pesquisar, permite identificar lacunas no mercado e proteger o nosso projecto contra ameaças internas e externas, para não cair no erro de desenhar algo igual ao que já exista no mercado e no portefólio do cliente. Durante esta fase é importante sair à rua e compreender o que o utilizador final pensa sobre a marca. Interagir e criar empatia com o público-alvo, pode ajudar a descobrir possíveis defeitos, lacunas, erros e em que contextos o utilizador usa o produto ou serviço. É junto das pessoas, que o designer pode perceber a verdadeira função e forma do produto. Verificar os gostos do consumidor e o que está na moda, também pode trazer oportunidades para as referências estéticas e comunicativas do produto.

André Gouveia identifica na sua dissertação, o exemplo da Protector & Gamble, onde a má pesquisa e empatia com o utilizador, causou alguns custos financeiros à empresa. Nos anos 80, a “empresa com todas as condições de negócio, infra-estruturas e produto, quis entrar no mercado mexicano de detergentes, mas não percebeu que a cultura poderia ser uma barreira. Os detergentes altamente desenvolvidos para o mercado norte-americano, não originavam espuma (para não deixar manchas na roupa) e o indivíduo mexicano renegou por completo o produto. No consciente cultural mexicano, só a espuma fazia desaparecer o mau odor e toda a sujidade na roupa”<sup>264</sup>. Este fracasso fez a Protector & Gamble olhar para os seus consumidores, valorizando-os como pessoas e não como estatísticas.

Através de “derrapagens controladas”, devemos sempre inovar dentro das fronteiras propostas no primeiro meeting/briefing com o cliente, mas com a nossa mente fora dessas linhas e desenhar para as necessidades reais das pessoas e não para as necessidades fictícias.



<sup>260</sup> (2011 · EUA) É uma ferramenta online gratuita para organização e gestão de trabalho a nível individual e colectivo. <sup>261</sup> (2002 · EUA) É uma rede social de negócios, onde se partilha currículos e conteúdos de negócio. <sup>262</sup> (2010 · EUA) É uma rede social para partilha de portefólios online. <sup>263</sup> (2010 · EUA) O pinterest é uma ferramenta online que permite guardar, partilhar e organizar imagens em álbuns. <sup>264</sup> Gouveia, André - op cit. p. 103.

### 2.7.1.2 Fase 2 · definir (conceito e idealização de produto)

É a fase de convergência de toda a pesquisa inicial e o momento de sintetizar apontamentos essenciais para o desenvolvimento do produto. Aqui justificamos todas as nossas escolhas com base na pesquisa. De acordo com o modelo proposto Double Drop, é também a fase de implementação do biomimicry thinking. Definimos o que o nosso produto vai servir e como, gerando conceitos e cenários onde o produto se pode envolver/enquadrar contextualmente e é nesta filosofia, que devemos ter em consideração o impacto (biológico) que o nosso produto/serviço vai causar na natureza. É importante definir as tecnologias, energia, quantidade e que tipos de material e processos de produção que o nosso projecto necessita para obter um resultado sustentável e não obsoleto. O designer deve agir como agente biológico, que olhe a natureza como solução e não como problema. Aliar o processo de design ao processo natural, poderá ser vantajoso para o ambiente e para o mercado, proporcionando ideias inovadoras, mudança de paradigma da actual indústria e o desenho de um produto que depois de consumido, “alimente a natureza”. Representar graficamente os conceitos com imagens e post-its nas paredes, pode ajudar no processo criativo.

Começar com a pergunta, “o que é que a natureza pode fazer aqui?”, será certamente vantajoso durante os *brainstormings* com o pessoal de equipa a definir e integrar conceitos com base na observação de funções, estratégias e princípios naturais identificados na natureza. Apesar de a pergunta iniciar uma nova pesquisa abrangente, esta já é mais focada que a pesquisa realizada na fase 1. É importante salientar, que estamos sempre a pesquisar desde o início ao fim do projecto. Encorajar ideias “selvagens” durante o *brainstorming*, é vantajoso para alcançar resultados interessantes e poderá ainda ser mais benéfico para a solução, se estes encontros criativos forem realizados na presença de biólogos, engenheiros, psicólogos, e de outros profissionais inerentes ao projecto. Manter o positivismo do grupo influenciará o resultado final. Se possível, a realização destes *brainstormings* em espaços amplos e naturais, com produtos semelhantes ao que queremos criar, podem proporcionar sentimentos e sensações que aumentem o nível de criatividade.

Nesta fase, a realização de *sketches* e protótipos rápidos interactivos que possibilitem criar alterações durante o *meeting* com cliente e colegas de equipa, pode ajudar a identificar erros e oportunidades formais. É importante que os conceitos correspondam à pesquisa e à oportunidade de negócio desenvolvida anteriormente na primeira fase, para não perder o rumo do projecto.



### 2.7.1.3 Fase 3 · desenvolver (tornar o produto realidade)

Após a definição de problema e da identificação dos modelos naturais na etapa anterior, a terceira fase começa com o desenvolvimento do produto. Nesta fase, devem ser estudadas e sintetizadas formalmente e estruturalmente, as soluções naturais que poderão enquadrar no design de produto. Esta abordagem permite entender se a “mímica formal” do modelo natural observado é suficiente para resolver a função que o produto irá desempenhar, ou se será necessário desenhar de acordo com os detalhes técnicos presentes na solução natural. Esta fase inicia novamente um caminho divergente, mas menos abrangente que na fase 1, ao iniciarmos novos *sketches*, desenhos técnicos e ergonomia, modelações virtuais 3D, que tipo de ambientes e pressões o produto está sujeito, definição de materiais, cores, texturas (mapa de acabamentos preliminares) e com a elaboração de protótipos para teste. Cruzar informação com os profissionais que desenvolvem os testes e protótipos, permite identificar o que é exequível e controlar melhor a performance e o resultado do produto, trabalhando numa óptica de parceria. A elaboração de um calendário de (dias de requisito) apoio dos designers à produção para controlo do processo, pode ajudar a evitar erros e dar validação ao protótipo.

Após a recolha de resultados dos testes do produto, devemos avaliar, discutir e comparar se a solução proposta respeita os princípios da natureza, sem comprometer o seu bom funcionamento e a qualidade ambiental. É com esses resultados, que é possível compreender a vida útil do produto (se é utilização contínua ou intermitente), manutenção, custos, quantidade de produção, tamanho, peso e duração do ciclo de produção. Muito importante nesta fase, é pensar como irá ser a eliminação no final do ciclo de vida do produto. Se será bem reciclado, que componentes tóxicos não deverão ser utilizados e que normas vigentes deve respeitar.

Voltar ao início e rever todos os passos, é importante para perceber aspectos que falhamos e como designers profissionais, devemos acabar com o “build it and they will buy it”<sup>265</sup>, ou seja, inverter os processos de design, que optam pela perspectiva de construir primeiro o objecto e só depois, se pensa em quem possivelmente querará comprar.

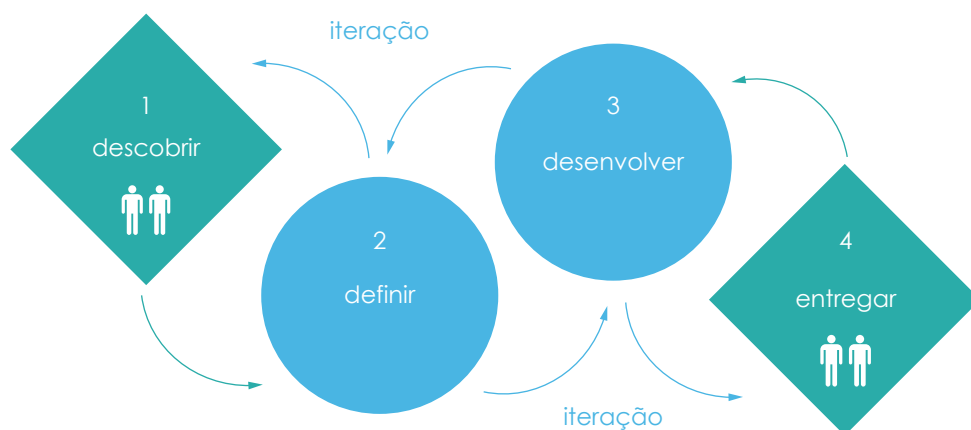
#### 2.7.1.4 Fase 4 · entregar (o produto ao mercado e utilizador final)

A quarta fase define o modo como o produto vai ser entregue ao utilizador. Que tipo de transporte (meios convencionais e tempos específicos) irá necessitar e como será a embalagem/*packaging* (frágil, manuseamento especial ou protecção durante a expedição, prazo de validade, condições de armazenamento). É importante que o produto respeite todas as normas e especificações da legislação de cada país a ser implementado. Deve conter os rótulos de advertências e certificados necessários para a segurança do utilizador. Definir se será necessário conter manuais de utilização (se o cliente está familiarizado com este tipo de produto) ou catálogos.

O projecto deverá ser ou não patenteado? Que implicações políticas e sociais terá o produto (será que vai causar despedimentos ou a oposição de um grupo religioso)? O designer também deverá ser a “ponte” de contacto com os fornecedores e juntamente com a equipa e com os diferentes profissionais inerentes ao projecto, deverá elaborar uma estratégia de lançamento e comunicação (nome do produto, conceito de venda, comunicação gráfica), *photoshooting* (acompanhamento de fotos e vídeo de apoio à promoção) e definir as escalas de tempo para conseguir colocar o produto no mercado. É importante falhar cedo e longe dos utilizadores para vingar mais tarde, evitando a perda de confiança dos utilizadores.

Portanto, devemos praticar um processo dinâmico e iterativo!

F. 40 · Ilustração das fases de processo do modelo double drop



## 2.8 Síntese do 2º capítulo · considerações a reter durante o processo de design

- Numa analogia adequada à natureza e à perspectiva de projecto, quando abordamos um problema, devemos considerar uma observação divergente;
- No início de uma investigação, deve-se evitar uma gestão antropocêntrica em detrimento de uma visão biocêntrica, na tentativa de perceber todas as disciplinas e intervenientes de um processo;
- A biomimésis descobre como funciona o mundo natural e mais importante, o que dura nele;
- A biónica como ramificação da biotécnica é actualmente um conceito de aplicação generalizada, através do qual o homem busca aproximar os sistemas materiais e organizacionais por si criados ao modelo exemplar das “criações da natureza”;
- Quando os designers, arquitectos, engenheiros e todos os inovadores procuram a resposta para um problema, é fundamental colocar uma pergunta como ponto de partida em qualquer projecto: “o que é que a natureza pode fazer aqui?”;
- Aliar os níveis de processo biomimético ao design thinking, propociona caminhos para novas soluções de produto e de sistemas;
- O primeiro nível procura imitar a forma natural. Nesta instância poderemos não obter o rendimento para algo sustentável, pois só observar e copiar as aparências naturais pode ser inconclusivo, mas para algumas soluções, poderá ser o suficiente. Este nível adequa-se ao conceito de biosimbiose; No segundo nível aprofundamos o conhecimento do processo natural no seu carácter formal e técnico, proporcionando-nos receitas benéficas para a nosso problema e conectando o ser humano com a natureza. Este nível também pode ser denominado por tecnosimbiose; No terceiro nível as soluções devem corresponder a uma tecnologia limpa, para não comprometer a natureza. A mesma soluciona os seus problemas sem criar desperdício e se a nossa solução passar por um processo dispendioso em recursos, poluente e mal disponibilizado à sociedade, falhamos claramente o objectivo. Este nível também pode ser denominado por cosimbiose;
- Em alguns processos de biomimicry thinking falta a empatia que o designer deve criar com o utilizador, cultura e problema, e em alguns processos de design thinking falta a consciência para uma produção sustentável e a observação de estratégias naturais;

O próximo e último capítulo implementa o processo Double Drop proposto pelo autor num projecto conceptual realizado pelo mesmo em 2012. De forma didáctica, o modelo de processo é aplicado num caso de estudo social, cultural e industriais através das lições do mundo natural.

Capítulo 3 | projecto orvalhinho · possível solução para  
captação de água através da biodinâmica

# 3



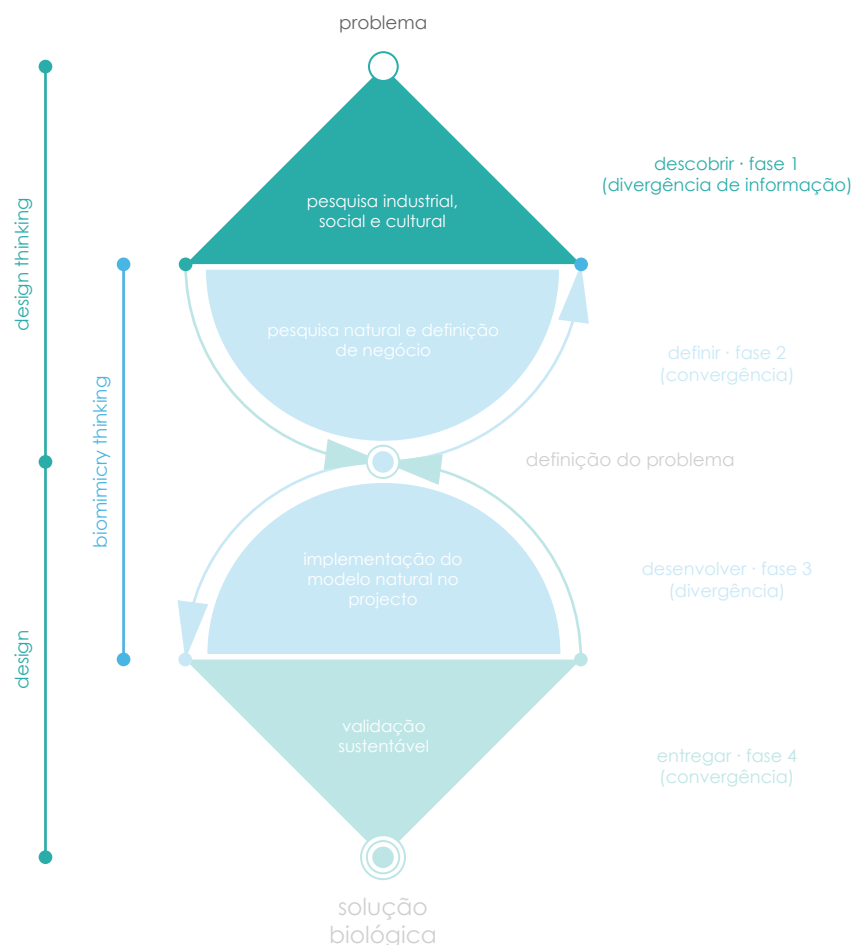
“O objectivo fundamental do design é o de formular questões essenciais a dar-lhes respostas”  
Harri Koskinen (Finlândia)



### 3.1 Projecto biodinâmico orvalhinho · proposta de produto

Após uma abordagem histórica da evolução do produto e da sua relação física e emocional com o utilizador, da identificação dos problemas industriais relacionados com a sustentabilidade e desperdício material no primeiro capítulo, da reflexão de várias metodologias de projecto de design no segundo capítulo, o terceiro capítulo, inicia com a proposta de uma possível solução para captação de água através da biodinâmica. É tido como processo de design, o modelo proposto no segundo capítulo Double Drop. Como este projecto nasce de uma necessidade social e cultural, não existe uma pesquisa intensiva na fase 1 (descobrir) acerca de indústria, empresas, marcas ou tecnologias. É feita uma investigação de mercado com o objectivo de descobrir o que já existe para resolver a necessidade identificada para escassez de água em zonas inóspitas do globo ou dos países subdesenvolvidos. Na fase 2 (definir), serão investigadas e definidas algumas soluções naturais existentes que forneçam informação para a resolução do problema identificado. Na fase 3 (desenvolver), serão apresentados alguns detalhes criativos e conceptuais de como poderia ser uma solução física do produto. A fase 4 (entrega) não será apresentada na dissertação, uma vez que não existiram protótipos e testes do produto proposto e por isso não será possível desenvolver uma acção de entrega da solução para o mercado.

F. 41 · Fase 1 descobrir o projecto orvalhinho



### 3.1.1 Identificação do problema · fase descobrir

De ano para ano, tem havido pelo planeta, e principalmente nos países de terceiro mundo, o aumento de poços de água potável contaminada por químicos industriais lançados na natureza. Maior parte do lixo é proveniente de países desenvolvidos e o resto são produtos inutilizáveis pelas próprias comunidades que se aglomeram perto destes poços. A escassez de água é uma das principais causas de morte destas comunidades e de refugiados dos fluxos migratórios. De acordo com a Organização Mundial de Saúde<sup>266</sup>, mais de 748 milhões<sup>267</sup> de pessoas no mundo não têm acesso a água própria para consumo e mais de três milhões de pessoas morrem, todos os anos, devido a doenças relacionadas com a falta de qualidade da água.

Para combater este problema global, já vários investigadores iniciaram projectos com o objectivo de diminuir casos inacessíveis a fontes de água potável, procurando meios para purificar ou adquirir a água com o mínimo de recursos possíveis, mas com o máximo de qualidade exigível. É neste âmbito, que a presente dissertação se foca e procura através de meios já estudados, desenvolver conceptualmente um novo método de aquisição de água potável em lugares de escassez e apresentar ideias que já existam no mercado, para abrir novos caminhos a quem consulte esta investigação. Neste capítulo serão apresentados vários casos de estudo, que através de tecnologia inspirada por modelos naturais podem tornar a água mais acessível, assim como uma pesquisa ligada à compreensão psicológica e sociocultural das comunidades, que tentam sobreviver com o mínimo de água possível.



### 3.1.2 Organização Mundial de Saúde · planos para 2015-2020

Objectivos para a acessibilidade a água potável a nível global · [who.int](http://who.int)

A OMS apresentou em 2015, uma lista de objectivos para o tratamento e acessibilidade a água potável a nível global, principalmente para os países subdesenvolvidos. As novas preocupações crescentes com a poluição e com o aumento substancial da temperatura global fez com que várias organizações iniciassem juntamente com o G20<sup>268</sup>, uma lista de objectivos para os próximos 5 anos, com o objectivo de minimizar desastres globais a nível de poluição, alimentar e pandémico. Em relação aos dois primeiros, o design pode dar contributos bastante positivos para a resolução de problemas.

● ●

<sup>266</sup> (1948 - Suíça) A OMS (WHO - World Health Organization em inglês) é uma organização sediada em Genebra e que nasceu dos problemas sociais que surgiram logo após a 2ª Grande Guerra (1939.1945). A organização tem como objectivo dirigir e coordenar a saúde internacional com ajuda dos estados membros das Nações Unidas. ([www.who.int](http://www.who.int)). <sup>267</sup> As estatísticas fornecidas pela OMS, são realizadas pelo Observatório Global de Saúde (GHO - Global Health Observatory) e de acordo com a última estatística realizada em 2012, os dados observados contam para a existência de 748 milhões de pessoas que não têm acesso a água potável ou supervisionada. <sup>268</sup> G20 é um grupo formado pelos ministros de finanças e chefes dos bancos centrais das 19 maiores economias do mundo mais a União Europeia.

Em 2015, a OMS lançou um concurso internacional de design e engenharia para novos produtos, que sirvam de acoplagem para torneiras caseiras e façam a filtração da água com maior percentagem de eficácia. Este concurso, manifesta que existe uma gestão racional do problema e que o design está claramente evidenciado como uma mais-valia para a resolução dos problemas definidos pela organização. Nos próximos 5 anos, a OMS vai disponibilizar algumas verbas para investigação de novas soluções através do programa WASH<sup>269</sup>, para o combate à sede em países com pouco acesso a água potável. De acordo com a organização, a maioria de doenças tropicais negligenciadas em 2015 pela ingestão de água imprópria, afectou cerca de mil milhões<sup>270</sup> de pessoas em todo o mundo, causando invalidez crónica da pessoa ou até a morte. Além da escassez de água, o fraco acesso aos serviços sanitários, leva muitos humanos a libertarem dejectos directamente em águas fluviais, que mais tarde vão fornecer comunidades a jusante, contribuindo para a evolução de vírus transmissíveis como a cólera, VIH, Hepatites, etc., e na pior das hipóteses, a uma epidemia. Para prevenir este problema, basta que a acessibilidade a água potável e a higiene pública seja possível nas comunidades isoladas.



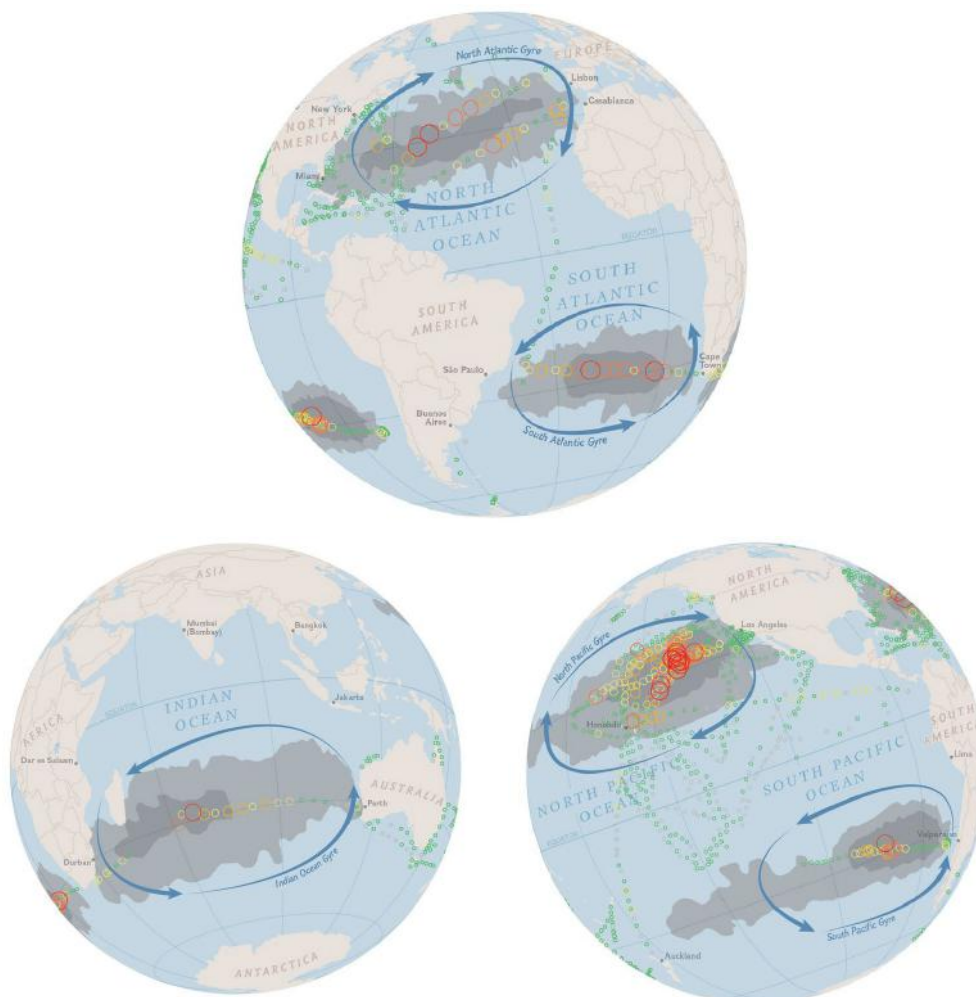
F. 42 · Rapaz à procura de palhinhas num lago em Ranipet, Índia | F. 43 · Sanitários públicos em Haina, República Dominicana | F. 44 · O surfista Dede Surinaya a praticar a modalidade numa praia em Java, Indonésia | F. 45 · Depósito de pneus usados na década de 70 em Fort Lauderdale, Florida

269 Fonte obtida: ([http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/en/](http://www.who.int/water_sanitation_health/en/)). 270 Provision of safe water, sanitation and hygien. Catálogo disponível: ([http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/publications/wash-and-ntd-strategy/en/](http://www.who.int/water_sanitation_health/publications/wash-and-ntd-strategy/en/))

### 3.1.3 Distribuição do lixo flutuante nos oceanos

Em julho de 2014, Laura Parker, repórter pela National Geographic publicou um artigo<sup>271</sup> feito para o *Proceedings of the National Academy of Sciences*, sobre um mapa global com as zonas de maior incidência de lixo flutuante nos oceanos. No mapa feito por uma equipa de investigadores, sob a liderança do biólogo marinho Andres Cozar Cabañas<sup>272</sup>, é possível observar as correntes circulares existentes nos três grandes oceanos, onde a cada ano que passa, os aglomerados de lixo aumentem e se tornam em “ilhas artificiais”. Na zona atlântica norte, as regiões portuguesas dos Açores e Madeira sofrem com o excesso de poluição marítima existente, afectando em muito os ecossistemas locais. Nesta publicação, Cozar salienta que muito deste lixo flutuante é constituído maioritariamente por plásticos e encontram-se em meia-água<sup>273</sup>, onde muitas das espécies marinhas desenvolvem a sua actividade.

F. 46 · Localização do lixo flutuante nos oceanos



271 Documentário disponível: (<http://news.nationalgeographic.com/news/2014/07/140715-ocean-plastic-debris-trash-pacific-garbage-patch/>). 272 Professor na Universidad de Cádiz em Espanha. 273 Nível abaixo da superfície aquática.



### 3.2 Pesquisa de mercado · soluções biotécnicas para captação de água potável

Após uma abordagem genérica das estatísticas globais da OMS, para os problemas associados a água, é desenvolvida uma pesquisa de mercado sobre soluções existentes ou conceptuais, que podem ajudar na obtenção de água potável em zonas de maior escassez no globo ou para purificação em regiões contaminadas pela poluição. Os exemplos que se seguem, contribuem com ideias, formas, materiais e técnicas hidrófilas e hidrófugas, que influenciam o resultado do projecto proposto pela dissertação.



#### 3.2.1 Water is Life Association · 2015

O livro e palhinha purificadores de água | [pagedrinkingpaper.com](http://pagedrinkingpaper.com) · [waterislife.com](http://waterislife.com)

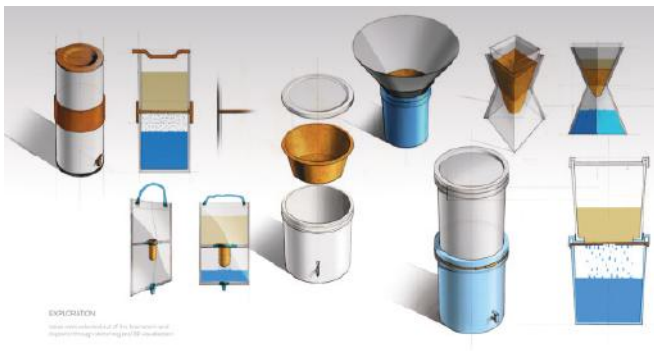
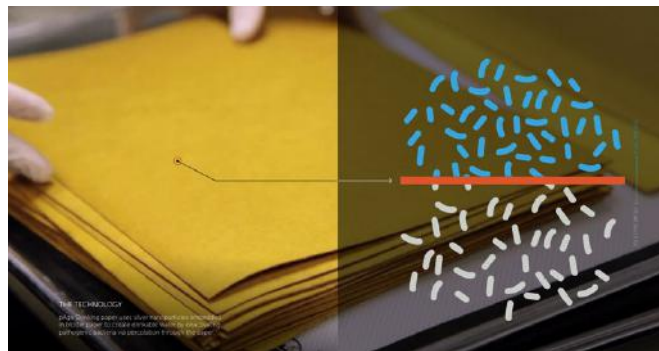
O Drinkable Book (fig. 47), criado por Theresa Dankovich é um livro que à primeira vista se assemelha a tantos outros, tendo a particularidade de não ser lido, mas sim de purificar a água. No decorrer da sua tese de doutoramento na Universidade McGill, em Montreal, Canadá, apercebeu-se que a prata elimina as bactérias presentes na água e não a torna prejudicial à saúde, podendo desta forma dar um contributo para ajudar países subdesenvolvidos. As folhas do livro possuem instruções de uso e são desenvolvidas com nano partículas de prata misturadas no papel. Podendo ser arrancadas, permitem filtrar a água de forma simples, de baixo-custo e sustentável, eliminando cerca de 90 a 99% das bactérias da água contaminada, como a *E. coli* e a salmonela. Para filtrar a água arranca-se uma das páginas do livro, coloca-se na caixa de filtros, que também é usada para guardar o livro e verte-se a água contaminada na mesma caixa, eliminando grande parte das prejudiciais bactérias. O processo demora alguns minutos e cada filtro pode durar até 30 dias e filtra cerca de 100 litros de água contaminada. Um livro inteiro pode durar um ano.

Theresa, junto com a DDB<sup>274</sup> e a Water is life<sup>275</sup>, conceberam o livro e com alguns donativos recebidos na plataforma Indiegogo<sup>276</sup>, conseguiram testar os papéis no Gana, Haiti, India e Quénia. Os resultados dos testes foram positivos, comprovando que os papéis conseguem purificar diferentes águas no mundo. O designer Luke Hydrick juntou-se ao grupo e criou uma variedade de suportes para os filtros que também foram testados em Bangladesh, com objectivo de serem aprimorados de acordo com o feedback da comunidade. A mesma empresa Water is life, também criou o projecto The Straw (fig. 47), uma espécie de palhinha portátil com diferentes filtros no seu interior em que, quando o utilizador ingere a água, o líquido passa pelos filtros purificando as impurezas. Contudo se a água estiver contaminada com químicos, não evita possíveis intoxicações no utilizador.

● ●

<sup>274</sup> A agência internacional DDB sediada em Nova Iorque desenvolve ou ajuda na produção de projectos criativos e procura a viabilidade de soluções para problemas do quotidiano. ([www.ddb.com](http://www.ddb.com)). <sup>275</sup> Organização fundada nos EUA com o objectivo de prevenir água potável, higiene e saúde pública em países subdesenvolvidos. <sup>276</sup> Plataforma online internacional para apoio através de crowdfunding, para projectos criativos com verbas doadas por cibernautas, maioritariamente financeira. Normalmente os trabalhos publicados nestas plataformas, são realizados por alunos ou freelancers que não conseguem apoio industrial ou governamental. ([www.indiegogo.com](http://www.indiegogo.com))





drinkable book

the straw



F. 47 · Ilustração dos projectos drinkable book e the straw

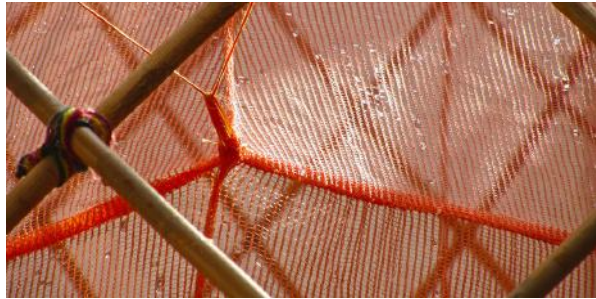
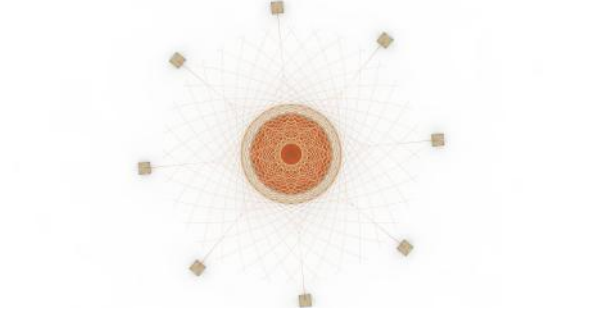
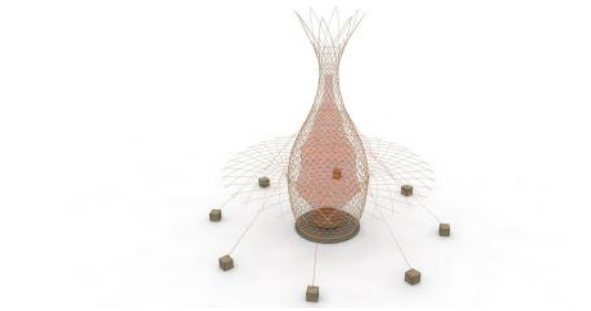
WarkaWater (fig.48), um projecto desenvolvido pela Architecture and Vision<sup>277</sup>, liderado pelo arquiteto italiano Arturo Vittori, é uma estrutura em bambo, que tenta recolher água potável através da condensação da humidade no ar nas regiões montanhosas na Etiópia, onde as mulheres e crianças têm de andar mais de 4 horas todos os dias para colectar água, muitas vezes imprópria para consumo. O nome é inspirado na árvore Warka, que estão ameaçadas e tradicionalmente são usadas como pontos de encontro, pois nesta região são poucos ou nenhum, os telemóveis. Apresentado na 13ª Bienal de arquitectura em Veneza, a leve estrutura em bamboo com 9m de altura, 8m de diâmetro e um peso de 60 kg, é revestida com uma malha especial para facilitar a captação de água no ar. Foi desenhada por computador, mas é possível ser construída por técnicas e materiais dos locais das aldeias isoladas. A torre da estrutura central também possui, internet para servir de ponto de contacto virtual e é equipada com painel solar para servir iluminação no período nocturno.

A warka water 2 funciona com o mesmo conceito da primeira versão, mas simplesmente leva um redesign na estrutura para poder colectar água da chuva. Com 5 metros de diâmetro, 12m de altura e 90 kg, consegue colectar cerca de 100 litros de água da chuva, do nevoeiro e do orvalho. Este novo design melhora a estabilidade, o packaging e o transporte. A coroa no topo serve para afastar os pássaros da microarquitectura.



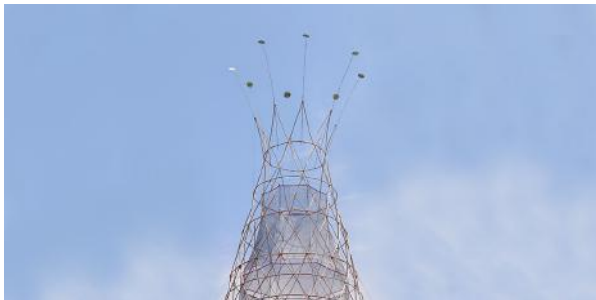
F. 48 · Conjunto de imagens dos projectos Warka





Warka 2012

Warka 2014



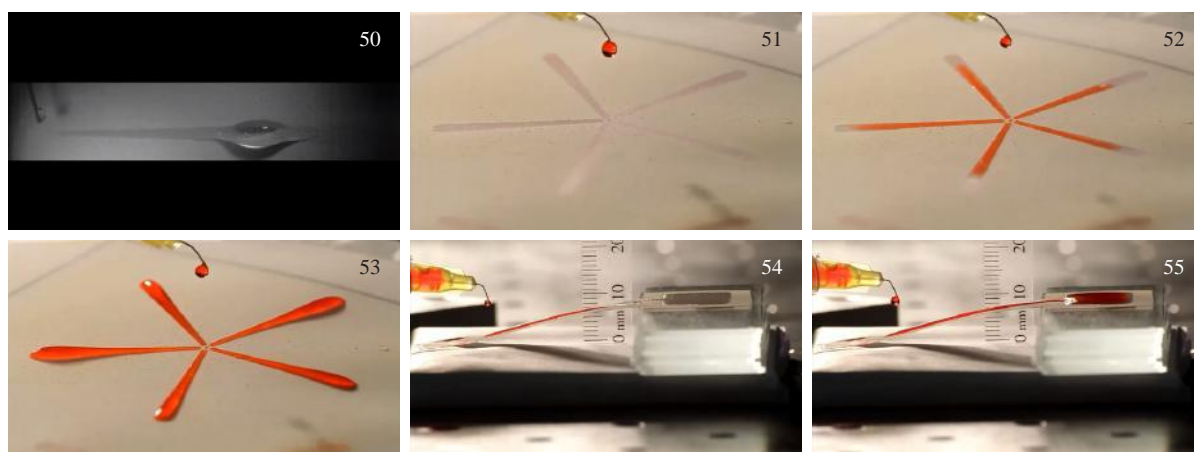


O designer Gabrieli Diamanti criou um destilador em cerâmica (fig. 49), que faz uso do calor do sol para purificar partículas de sujidade na água. Idêntico a uma panela gigante, a água é evaporada e condensada na parte superior do “caldeirão” através do efeito de ebulição e as gotículas condensadas na superfície interna dessa tampa são resfriadas por uma válvula de ar, onde rapidamente escoam pelas laterais do reservatório, acumulando-se na parte inferior, tornando-se potável. O projecto foi financiado pela *Fondation d'entreprise Hermès*, tem capacidade para 5 litros e levou 6 anos para desenvolver.



F. 49 · Conjunto de imagens do eliodoméstico

Com sede em Boston, a NBD Nano desenvolveu uma tecnologia baseada num gel hidrófilo, com objectivo de ajudar a canalizar e direccionar gotículas de água. Com inspiração no besouro do deserto da Namíbia e de acordo com o jornal espanhol ABC, o co-fundador Deckard Sorensen “concluiu que é possível imitar o processo do besouro e aplicá-lo a uma simples garrafa. Com uma superfície coberta de capas hidrófilas e hidrorrepelentes e um pequeno ventilador para fazer circular o ar, levará à condensação, fazendo com que a garrafa se encha sozinha. Para isto será necessária uma fonte de energia externa, sendo que uma bateria recarregável é suficiente. Este trabalho está ainda na sua fase inicial, mas é um dos muitos exemplos que demonstram como os cientistas procuram na natureza inspiração para a tecnologia sustentável”<sup>278</sup>. Também Miguel Galvez, co-fundador, afirmou para a BBC que estão a desenvolver um protótipo da garrafa, "acreditamos que o protótipo inicial seja capaz de recolher, em qualquer local, desde meio litro até três litros de água por hora, dependendo do meio ambiente"<sup>279</sup>. Nas figuras em baixo, retiradas dos filmes publicados no site oficial<sup>280</sup> da empresa, mostram a eficácia do material viscoso para a captação de água, nunca deixando-a espalhar-se para além do material. O material continua a ser eficaz, mesmo testado com a gravidade (fig. 54), o conta-gotas liberta a gota e esta sobe para ser canalizada na bolsa superior do dispositivo. O líquido laranja é para ter uma melhor percepção da influência do gel hidrófilo.



F. 50 · NDB nano material - vídeo 1, s3 | F. 51 · ndb nano material - vídeo 2, s1 | F. 52 · ndb nano material - vídeo 2, s10 | F. 53 · ndb nano material - vídeo 2, s38 | F. 54 · ndb nano material - vídeo 3, s8 | F. 55 · ndb nano material - vídeo 3, s48

278 Fonte: (<http://www.dn.pt/ciencia/tecnologia/interior/cientistas-criam-garrafa-de-agua-que-se-enche-sozinha-2909710.htm>). 279 Fonte: ([http://www.bbc.com/mundo/noticias/2012/11/121124\\_tecnologia\\_botella\\_auto\\_rellenable\\_aa](http://www.bbc.com/mundo/noticias/2012/11/121124_tecnologia_botella_auto_rellenable_aa)). 280 Vídeos: (<http://www.nbdnano.com/pat-terned-wettability.html>)



A universidade de engenharia e tecnologia de Lima, Peru, em parceria com a agência publicitária FCB MAYO, consiste na obtenção de água a partir do ar, através de um painel publicitário instalado na aldeia Bujama na encosta dos Andes<sup>281</sup>. Todos os dias o painel produz 96 litros de água, que abastecem a população local sem acesso a água potável naquela região seca do Peru, apesar da humidade no ar atingir normalmente os 80%. Este projecto pode ser uma alternativa viável à dessalinização da água do oceano, possuindo cinco condensadores electrónicos com filtros de retenção de partículas e acumulando a água num tanque, que serve de pilar para o painel. Através de uma torneira, qualquer pessoa pode retirar água do sistema. Através de energia eléctrica, os fabricantes desejem no futuro implementar sistemas solares no painel e funcionando desde que haja 30% de humidade no ar. O aparelho interno custa 920€ e após a publicação do projecto, a universidade já foi contactada por entidades na Índia, do Gana, do México e Síria. No vídeo do projecto<sup>282</sup>, não são apresentados mais detalhes técnicos do mesmo. O projecto Air Huerta<sup>283</sup>, também funciona com painéis, mas direccionados a pequenas hortícolas, retendo a água para rega a conta-gotas.



F. 56 · Conjunto de imagens do projecto potable water generator

281 Os Andes na América do Sul, é a mais extensa cordilheira no mundo com cerca de 8000 km. 282 Vídeo potable water: (<http://pe.fcbmayo.com/?portfolio=potable-water-generator>). 283 Vídeo air huerta: (<http://pe.fcbmayo.com/?portfolio=airhuerta>)



Os MIT<sup>284</sup> juntamente com investigadores do Chile desenvolveram uma malha hidrófila em aço inoxidável com potencialidade de fornecer quantidades significativas de água potável em zonas de baixa precipitação ou áridas. Tecnologia inspirada no besouro da Namíbia, em 2013, o MIT afirma no site oficial, que “esta técnica já é bem conhecida e é pelo menos desenvolvida em 17 países, porém, a nossa pesquisa pode melhorar até 5 vezes a eficiência da captação da névoa, tornando-a mais viável e prática. O projecto consiste numa malha semelhante a uma rede de ténis, mas aplicada num sistema de grande dimensão. A chave para a colheita eficiente das pequenas gotículas de nevoeiro são três parâmetros fundamentais, onde os investigadores estudaram o tamanho dos filamentos nessas redes, o tamanho dos buracos entre os filamentos e o revestimento hidrófilo aplicado aos filamentos. Estes filamentos mais finos do que os utilizados noutras soluções (que por vezes são feitos de poliolefina, um tipo de plástico barato e facilmente disponível que tende a ter filamentos e orifícios demasiado grandes para a captação da névoa) podem extrair 10% ou mais de água”<sup>285</sup>. Park também afirma, que “quantas mais redes houver atrás da primeira, a eficácia da captação aumenta e este sistema de malha torna-se mais eficaz que a carapaça do besouro, uma vez que as gotículas em superfícies sólidas tendem a ser desviadas pela força do vento, diminuindo a possibilidade de se perderem para fora do sistema. Os filamentos são revestidos por um químico hidrófilo através de imersão, diminuindo a chamada histerese<sup>286</sup> de ângulo de contacto, permitindo a água deslizar mais facilmente pela malha e ser canalizada num depósito. Calculados detalhadamente e testados em laboratório, indicam que o melhor desempenho vem de uma malha feita de filamentos de aço inoxidável com cerca de três ou quatro vezes a espessura de um cabelo humano e com um espaçamento de duas vezes o seu tamanho”<sup>287</sup>. Na figura 57, podemos observar a malha e os suportes de canalização. Este projecto já tinha sido divulgado pela revista *Langmuir* em 2011, através de uma publicação da Sociedade Americana de Química.



F. 57 · Malha e projecto-piloto colocado em 2011 nos Andes pelo MIT

● ●

<sup>284</sup> (Massachusetts Institute of Technology) é considerada uma das melhores Universidades do mundo, participando em muitos projectos com a NASA (National Aeronautics and Space Administration). <sup>285</sup> Notícia disponível: (<http://news.mit.edu/2013/how-to-get-fresh-water-out-of-thin-air-0830>). <sup>286</sup> É a tendência de um material conservar as propriedades originais, nunca as perdendo totalmente depois de outro processo. Neste caso seria evitar a má aplicação do material hidrófilo nos filamentos, prejudicando a eficiência. <sup>287</sup> Última visita no dia 04.11.15: (<http://news.mit.edu/2013/how-to-get-fresh-water-out-of-thin-air-0830>).

Os cálculos realizados no final do ano 2013 conduziam para “sistemas mais eficazes que os colocados no deserto do Atacama no Chile em 2011, conseguindo por dia cerca de 12 litros a mais. A manutenção é fácil, sendo necessário apenas a escovagem uma vez por mês para remover detritos das tempestades de areia e possíveis insectos que fiquem presos na malha. Estimamos que apenas 4% da água presente na névoa pode ser capturada, o que seria suficiente para atender às necessidades humanas a residir nas quatro regiões mais setentrionais do país que englobam toda a área do deserto do Atacama”<sup>288</sup>. Para realizar um teste anual e estudar a durabilidade e rendimento da água em diferentes circunstâncias, a partir de 2014, o MIT juntamente com investigadores da Pontifícia Universidad Católica do Chile, instalaram várias telas de teste em diferentes morros da região semiárida no norte de Santiago, uma área com muito pouca precipitação, mas que é regularmente envolta pela névoa costeira “camanchaca”<sup>289</sup>, empurrada pelo vento forte do oceano Pacífico. Nos vídeos<sup>290</sup> de demonstração do material, é possível observar que a rede feita pelo MIT é mais eficaz que as redes feitas de polímero. Nesta caso particular, a natureza fez o “trabalho duro” ao evaporar a água, retirar-lhe o sal e condensar em gotas. Nós só precisamos de a colectar.



F. 58 · Cidade de Iquique no sopé dos Andes, Chile | F. 59 · A “camanchaca” que se adensa nas encostas oceânicas dos Andes | F. 60 · Pormenor da malha convencional feita de polímero por outros fabricantes - vídeo 1, s 06 | F. 61 · Pormenor da malha feita de aço inoxidável pelo MIT - vídeo 2 do site oficial, s 04

● ●

<sup>288</sup> Notícia disponível: (<http://news.mit.edu/2013/how-to-get-fresh-water-out-of-thin-air-0830>). <sup>289</sup> Nome da névoa que se acumula nas encostas oceânicas das montanhas dos Andes na América do Sul. <sup>290</sup> Vídeo no site oficial “fog-harvesting systems”: (<http://news.mit.edu/2013/how-to-get-fresh-water-out-of-thin-air-0830>)



### 3.2.7 Revestimento hidrófobo by ultra ever dry/never wet · 2013

Spray para superficies | [ultraeverdystore.com](http://ultraeverdystore.com) · [neverwet.com](http://neverwet.com) · [nissan-global.com](http://nissan-global.com)

Esta nanotecnologia super hidrorrepelente permite afastar todos os líquidos através de uma camada gordurosa na superfície dos materiais. Anticorrosivo, antibacteriano e antipoeiras, o *Ultra ever dry* vende os seus produtos entre os 40€ até 500€, desde *sprays* para aplicações pequenas ou baldes para serem aplicados nas paredes e evitarem a adesão da tinta dos *grafitis*. As seguintes figuras retiradas do vídeo oficial<sup>291</sup>, demonstra a eficácia do produto, assim como a parceria com empresa japonesa Nissan<sup>292</sup>, ao criaram uma tinta especial com pigmentos que permitem que o automóvel se mantenha limpo por mais tempo. Em contradição no *naming*<sup>293</sup>, mas com artigos para o mesmo efeito, o *Never wet* é o maior concorrente de mercado. Este revestimento pode por exemplo, ser aplicado em projectos para a captação da névoa, melhorando a eficácia da quantidade de água recolhida. Numa possível solução, a junção de diferentes técnicas pode garantir o sucesso do projecto.



F. 62 · Exemplos da eficácia hidrorrepelente do revestimento - vídeo do link, s36 e s1,26 | F. 63 · Pormenor da aplicação do revestimento hidrófobo no carro em parceria com a Nissan

● ●

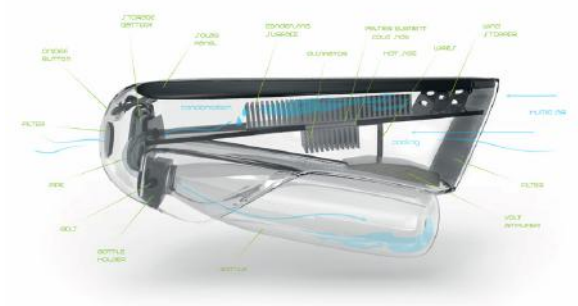
<sup>291</sup> Vídeo: (<https://www.youtube.com/watch?v=IPM8OR6W6WE>). <sup>292</sup> Nissan vídeo: (<https://www.youtube.com/watch?v=UwoGs-CAKsxU>). <sup>293</sup> É o direito sobre a propriedade comercial de nome ou marca.



### 3.2.8 Fontus by Kristof Retezár · 2014

Fazer exercício e colectar água | [http://issuu.com/retezar/docs/portfolio\\_issu](http://issuu.com/retezar/docs/portfolio_issu)

O Fontus<sup>294</sup> é um projecto conceptual finalista no concurso James Dyson Awards<sup>295</sup>, que faz uso de um sistema composto por uma garrafa acoplado no quadro de uma bicicleta. Através do ar frontal que recebe durante a deslocação, condensa a humidade existente no ar em água potável na garrafa e dispersa possíveis partículas de poeiras. Sob condições climáticas adequadas, como por ex. a Áustria, pode ter a capacidade de colectar 0,5 litros numa hora. Em muitas regiões do mundo, a bicicleta é um transporte utilizado para longas distâncias e muitas vezes em zonas com elevados níveis de humidade. No vídeo do projecto, podemos ver que o condensador funciona com a velocidade do vento ou através de um pequeno painel solar.



F. 64 · Conjunto de imagens do projecto Fontus

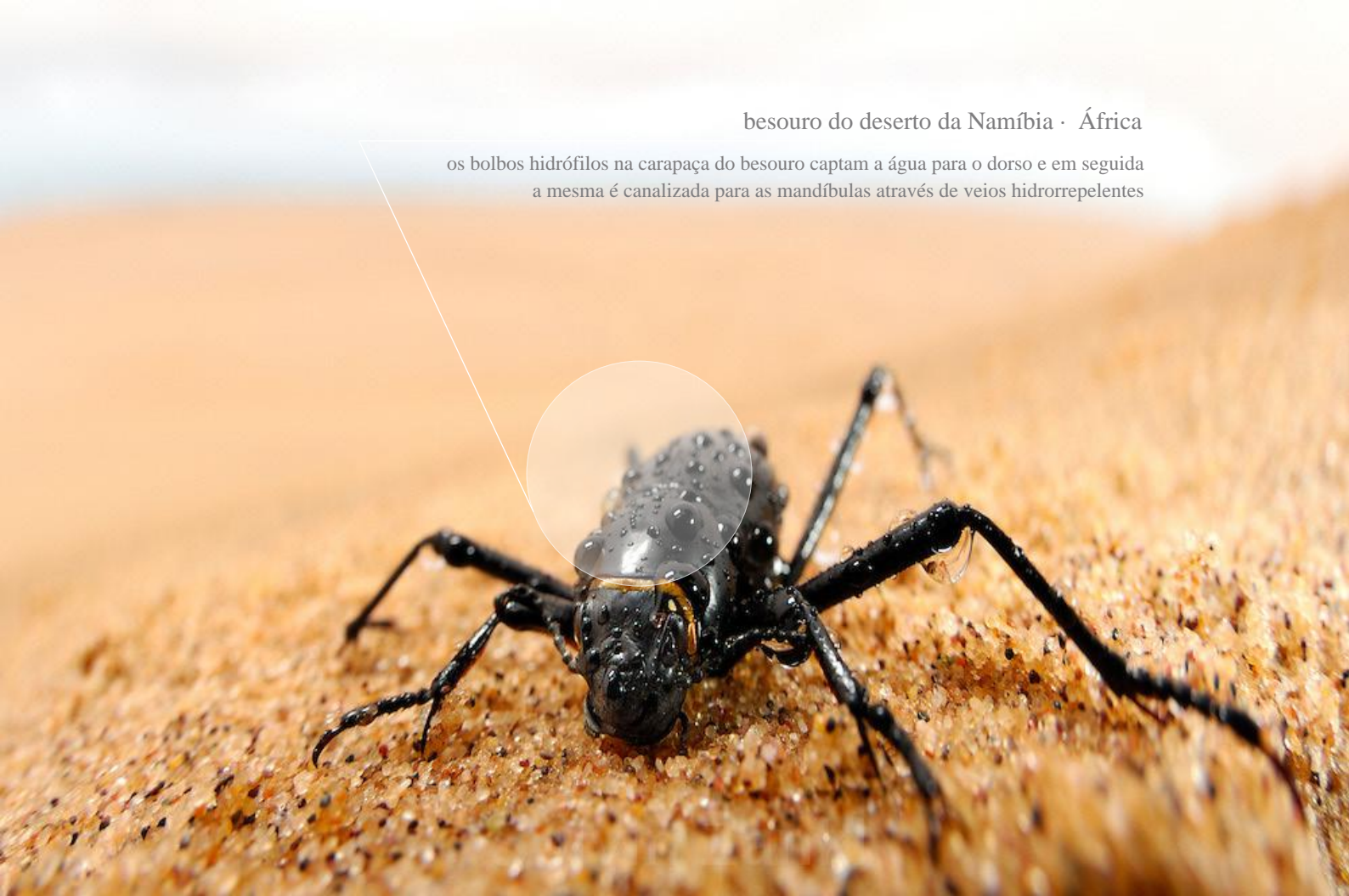
### 3.2.9 Síntese da fase 1 (descobrir)

Após a pesquisa industrial, social e cultural na fase 1 do projecto, foi possível observar diversos detalhes materiais e técnicos para implementação no design de produto proposto pela presente dissertação, ligado à captação de névoa. Pormenores a reter:

- Water is Life Association (uso individual) - folhas de papel com **nano partículas de prata** misturadas para filtragem da água impura dos poços localizados em países subdesenvolvidos;
- Warka Water (uso comunitário) - estruturas ecológicas de bambu, envoltas de um **tecido especial para retenção** das gotículas da névoa na Etiópia;
- Eliodoméstico (uso individual) - pequeno sistema artesanal em cerâmica para originar a **evaporação da água e condensar** gotículas puras da água imprópria para consumo;
- Material nano tecnológico by NDB nano (uso individual) - utilização de um **gel viscoso hidrófilo** para reter/canalizar facilmente todas as gotículas em superfícies de produtos/equipamentos;
- Potable water generator (uso comunitário) - painel estático que retém a água do **vento húmido** através de um **mecanismo electrónico** inserido no interior do painel. Captação de **grandes quantidades** de água no em zonas secas no Peru, mas com elevados níveis de humidade no ar;
- Malha hidrófila by MIT (uso comunitário) - malha em **aço inoxidável** com um espaçamento calculado dos filamentos para aumentar a eficiência da captação da névoa no Chile, em relação às malhas convencionais feitas em material polimérico;
- Revestimento hidrófobo pelo Ultra ever dry/Never wet (uso individual) - *spray* hidrorrepelente para aplicar em superfícies de produtos, criando um **revestimento e dispersando** todas as gotículas do material original;
- Fontus by Kristof Retezár (uso individual) - utilização de um dispositivo eléctrico para condensar a humidade presente no ar numa garrafa com ajuda da **velocidade e transporte pelo vento**.

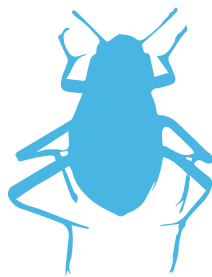
besouro do deserto da Namíbia · África

os bolbos hidrófilos na carapaça do besouro captam a água para o dorso e em seguida a mesma é canalizada para as mandíbulas através de veios hidrorrepelentes



### 3.3 Modelos e estratégias orgânicas

soluções biológicas que complementam a fase descobrir

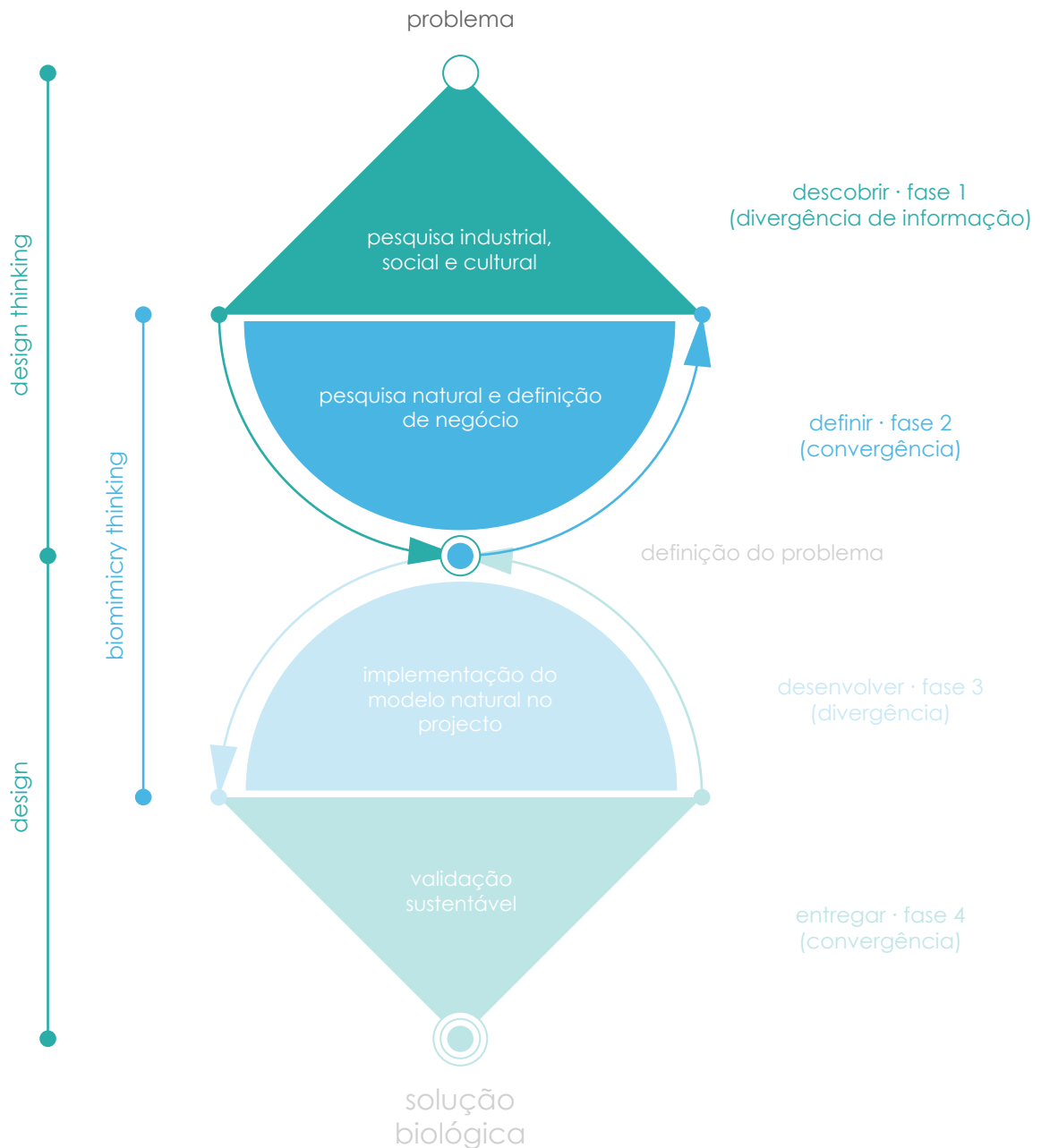




### 3.3.1 Observação natural · fase definir

A pesquisa de mercado realizada na fase 1 (descobrir), permitiu aprender sobre algumas técnicas (síntese no ponto 3.2.9) usadas em projectos, que aumentam acessibilidade a água potável em países subdesenvolvidos e possibilitam à reflexão de novas ideias. Após compreender o que se faz no mercado actual, é vantajoso procurar modelos naturais que lidam com este problema e os resolvem com estratégias eficientes e eficazes. Apesar de a pesquisa anterior já ter identificado alguns elementos naturais, é sempre importante ter como pergunta inicial: “o que é que a natureza pode fazer com este problema?” ou “que soluções a natureza apresenta relativas a este problema?”.

F. 65 · Fase 2 definir o projecto Orvalhinho



### 3.3.2 A biodinâmica do besouro do deserto da Namíbia

A natureza mostra ser exemplar ao resolver problemas que afectam o ser humano, como a escassez de água potável em ambientes inóspitos do planeta. O besouro (*Onymacris unguicularis*) evita de forma inteligente a falta de água no deserto, através de uma microestrutura biodinâmica<sup>296</sup> na carapaça, que permite captar gotículas de água existentes no nevoeiro que se adensa pela alvorada. A Namíbia, situada na costa ocidental do continente africano, faz fronteira a norte com a Angola e a sul com a África do Sul e possui o deserto Namibe no litoral, um dos lugares mais secos do planeta. O nevoeiro formado pela corrente fria na costa é empurrado pelo vento para as dunas do deserto até cerca de 100 km para o interior do país. Os besouros posicionam-se no cume das dunas e com a carapaça inclinada a favor do vento, captam as gotículas presentes no ar através dos bolbos/filamentos hidrófilos (retentores da água) e com as saliências hidrófugas (repelente da água) repelam rapidamente para as mandíbulas, canalizando e sugando-as de seguida. No documentário<sup>297</sup> realizado pela BBC<sup>298</sup> em 2008, é possível observar com certo detalhe como o besouro realiza esta prática. No deserto só sobrevive, quem evita o deserto.



F. 66 · Conjunto de imagens do habitat natural do besouro

● ●

<sup>296</sup> Também conhecido por dinâmica natural dos fluídos, lida com a ciência dos fluxos de fluido (líquidos e gases) em movimento. <sup>297</sup> Documentário disponível: (<https://www.youtube.com/watch?v=poESZ6oDI1o>). <sup>298</sup> British Broadcasting Corporation é uma emissora pública de rádio e televisão do Reino Unido fundada em 1922 e que documenta todo o tipo de informação. ([www.bbc.com](http://www.bbc.com)).

O jornal científico Frontiers in Zoology<sup>299</sup> em parceria com o departamento de biologia da Universidade de Lund, Suécia, publicou em 2010 um estudo realizado pelos biólogos Thomas Nørgaard e Marie Dacke, sobre as quatro espécies de besouros existentes no deserto da Namíbia, o *Onymacris unguicularis*, o *Onymacris laeviceps*, o *Stenocara gracilipes* e o *Physterna cribripes*, para concluir qual a espécie com melhor eficiência na captação da névoa.

Todas as espécies de besouro possuem tamanhos diferentes e uma superfície lisa, denominada por élitras<sup>300</sup> e que é composta por pequenos bolbos adaptados para recolher a névoa. Apesar de todas as microestruturas élitras dos besouros estarem preparadas para a captação de névoa, o *P. cribripes* que é o maior besouro, foi de acordo com o estudo, o que manifestou o resultado mais pobre na eficácia. O *O. unguicularis*, o segundo maior, é a única espécie que assume uma posição mais adequada para a recolha de gotículas, posicionando-se no topo da duna e com o dorso numa inclinação de 23°. Com esta observação, Nørgaard e Marie concluíram que o posicionamento do besouro é mais importante que a adaptação estrutural da carapaça, uma vez que essas gotículas com o acumular da névoa pelo vento na élitra começam a ficar pesadas e rolam até à boca do insecto.



66



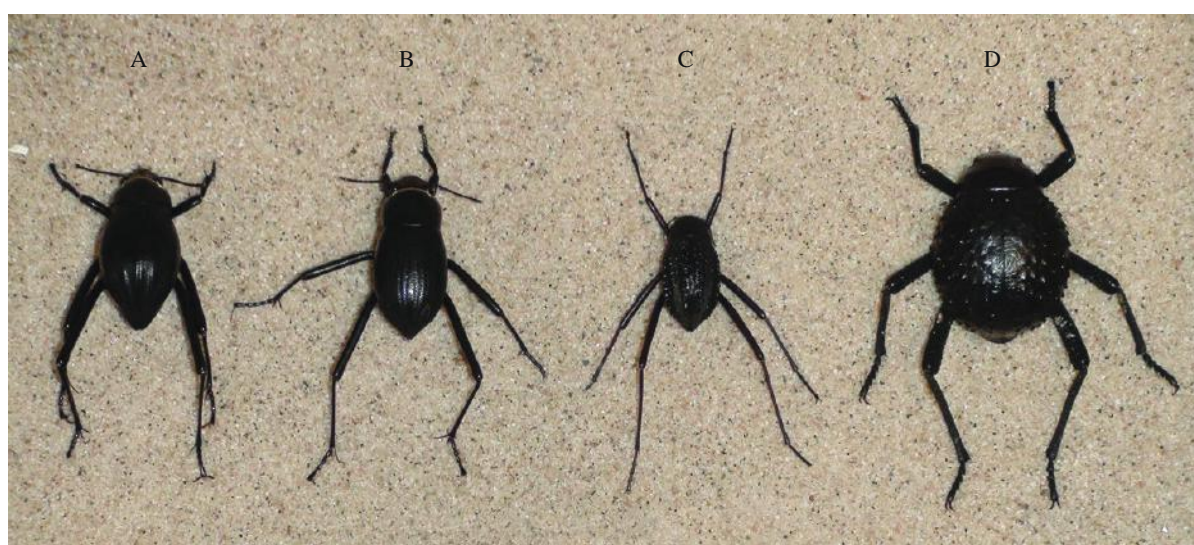
67

F. 67 · Geografia oceânica do deserto da Namíbia | F. 68 · Postura do besouro a favor do vento durante a colheita da névoa

● ●

<sup>299</sup> Documentário disponível: (<http://www.frontiersinzooology.com/content/7/1/23>). <sup>300</sup> Élitra são normalmente as carapaças ou dorso que protege as asas dos insectos. Neste caso, o besouro não possui asas, mas se observarem um escaravelho, antes de iniciar o seu voo, ele abre uma espécie de “capa” para os lados antes de começar a bater as asas.

O *O. unguicularis* (A da fig. 69) tem uma superfície lisa por toda a élitra com ranhuras de 0,5 mm de largura, dividida por nervuras estreitas, enquanto *O. laeviceps* (B) tem uma estrutura de superfície semelhante, mas com ranhuras de 0,1 e mais profundas. Habitam no mesmo local com dunas de areia a sul do rio Kuiseb (S 23 20,993; 47,387 E 14). O *S. gracilipes* (C) e *P. cribripes* (D) possuem élitras cobertas de bolbos que formam linhas irregulares e são encontrados fora das dunas de areia, num habitat mais rochoso. O *stenocara* foi colectado no desfiladeiro rochoso ao lado do rio Kuiseb (S 18,011 23; 15 E 45,533) e o *cribripes*, nas planícies de cascalho em Gobabeb (S 23 33,713 02,461; E15), perto do centro de pesquisa. A fig. 69 mostra os tamanhos das élitras das diferentes espécies. Numa escala de 3 cm, a área da superfície dorsal de *cribripes* (D) verificou-se ser 1,39 cm maior do que *unguicularis* (A), 1,56 cm maior do que *laeviceps* (B) e 2,52 cm maior do que *gracilipes* (C).



F. 69 · As diferentes espécies para comparação em escala métrica

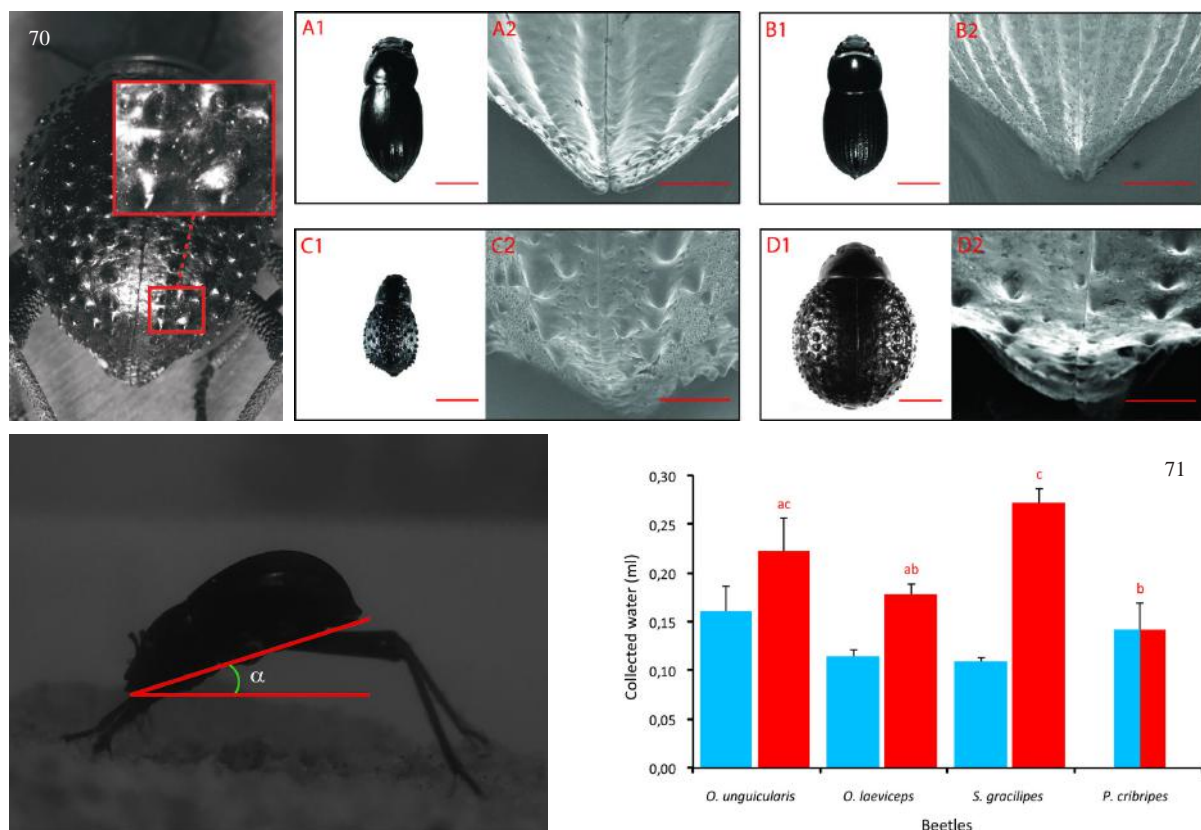
As microestruturas de élitra dos besouros foram examinadas usando um microscópio de dissecação MET<sup>301</sup> e os testes de eficácia e eficiência foram realizadas numa caixa artificial de 17 x 17 cm de areia moldada e com uma inclinação semelhante ao habitat natural para simular a direcção da deslocação do nevoeiro. Com uma máquina de produção de nevoeiro artificial (Lucky Reptile Super Fog)<sup>302</sup> em laboratório na Universidade de Lund, Suécia, as quatro espécies de besouro foram mantidas sob as mesmas condições de vida natural (12 h de luz/12 horas de escuro com 24 ° C, e 42-45% de humidade relativa). Os insectos receberam água *ad libitum*<sup>303</sup> durante a exportação da Namíbia e novamente uma semana depois de chegar à Suécia. As experiências realizadas duas semanas após a última água bebida pelos insectos foram realizadas com uma névoa a deslocar-se a 0,1 m/s e a produzir 325 ml de água por hora. A "câmara de névoa" estava equipada com um vidro para permitir observações e gravações de vídeo.

301 O Microscópio Electrónico de Transmissão é um tipo de microscópio capaz de produzir imagens de alta resolução da superfície de uma minúscula amostra. As imagens criadas têm uma aparência tridimensional muito característica. 302 Empresa alemã que produz equipamentos para reptilários (www.luckyreptile.com). 303 Ad libitum ou ad lib é uma expressão latina que significa "à vontade" ou "a bel-prazer".



Após a observação dos comportamentos corporais, para calcular a eficiência da captação da névoa, os besouros foram congelados e removidas as pernas e antenas do dorso (fig. 70), posicionada a cabeça para baixo numa câmara de nevoeiro com um ângulo aproximadamente nos 23°. Para a colheita da água, foi colocado um tubo de Eppendorf sob a cabeça de cada besouro e calculada a quantidade total de água captada por cada uma das quatro espécies, depois de duas horas na câmara. Essa colheita está medida pela coluna azul na fig. 71. De seguida, foi calculada uma média do factor de conversão entre da quantidade relativa de água captada por área de superfície dorsal de cada besouro (coluna vermelha).

O *O. unguicularis* foi a única espécie nesta investigação que recolheu activamente água da névoa durante os testes de amostras vivas. Os biólogos também concluíram que a temperatura obriga a que o besouro efectue esta posição, não sendo de todo um factor crítico para este comportamento. Na verdade, de acordo com os testes Kruskal-Wallis, não houve uma diferença significativa na captação de água por unidade de área de superfície dorsal entre besouros: *O. unguicularis* (0,22 cm<sup>2</sup> (coluna vermelha)  $\pm$  0,04 ml, média  $\pm$  EP, n = 20); *O. laeviceps* (0,18  $\pm$  0,01 ml); *S. gracilipes* (0,27  $\pm$  0,02 ml); *P. cribripes* (0,14  $\pm$  0,03 ml).



F. 70 · As diferentes espécies para comparação microscópica | F. 71 · Gráfico dos cálculos com a eficácia de captação

<sup>304</sup> Em estatística, o teste de Kruskal-Wallis é um método não paramétrico usado para testar se um conjunto de amostras que provêm da mesma selecção, distribuição ou região. <sup>305</sup> É a realização de uma média dos resultados provenientes de diferentes testes.



F. 72 · *Onymacris unguicularis* e o *Physterna cribripes* (respectivamente) no seu habitat natural

### 3.3.4 Flor de lótus

O efeito de lótus é um fenómeno natural super hidrófugo causado por uma rugosidade nanométrica nas folhas lótus (*Nelumbo sp*). Este efeito repulsivo da água confere limpeza à superfície, arrastando consigo as partículas de sujidade. Outras plantas, como as folhas de *Tropaeolum*, *Brassica sylvestris* (couve), *Phragmites* e *Verbascum thapsus* possuem a mesma característica hidrorrepelente. A capacidade de autolimpeza da estrutura superficial desta planta foi descoberta microscopicamente na década de 70 e a sua aplicação para produtos biomiméticos iniciou-se em meados da década de 90, no sector dos revestimentos, calçado e têxtil, na forma de um tecido que não molhasse nem acumulasse sujidade. No campo das aplicações biomédicas, aplicação do efeito lótus é de extrema importância, onde actua como impulsionador de superfícies antibacterianas para instrumentos e utensílios médicos. Na indústria da aviação, os exteriores, interiores e os wc dos aviões são produzidos com uma superfície idêntica, para evitar acumulação da gordura das mãos das pessoas e neste caso, se avião fica mais limpo, é necessário menos água para o limpar, ficando menos pesado, consumindo menos, poluindo menos e minimizando o impacto ambiental. No exterior do avião, basta o vento húmido para o limpar.



F. 73 · Flor de lótus e a típica couve



### 3.3.5 Síntese da fase 2 (definir)

Conclusão do estudo da observação dos besouros:

· Ambos os autores da investigação, afirmam não ter interesses competitivos e concluem que *O. unguicularis* é o caso com maior sucesso na captação da névoa. O comportamento do besouro associado ao momento da recolha de névoa, como a **inclinação**, aumenta a eficácia e torna mais eficiente a recolha de gotículas e a preocupação em subir às cristas das dunas também aumenta a **incidência de vento**, obtendo a probabilidade de captar mais gotículas na névoa. Esta atitude de mudar o comportamento, manifesta “adaptação” do besouro para não confiar unicamente nas suas capacidades físicas. Finalizam ainda que *O. unguicularis* é o único dos quatro besouros que assumiu a cabeça inclinada para baixo num ambiente de baixa temperatura com névoa produzida artificialmente. O pequeno *S. gracilipes* e o *O. unguicularis* foram os mais bem-sucedidos na colheita da neblina, enquanto o grande *P. cribripes* foi o pior.

· A **rugosidade microscópica** da superfície da flor de lótus, assim como os bolbos da élitra do besouro, também podem ser reproduzidas na superfície do produto proposto para aumentar a (eficiência) e eficácia em canalizar as gotículas de água presentes no ar.

PERSPECTIVA / VISTA DE TRÁS

PERSPECTIVA / VISTA DE FRENTE

O SISTEMA DE GRAMPEAMENTO SERVE PARA RETER MAIOR QUANTIDADE DE NÉVOA CAPTADA

ORVALHO ORVALHINHO

IDEIA!

BRAINSTORMING

PESQUISAR SISTEMAS DE CANEHO

SISTEMA DE PÁS  
EM V E COM UMA INCLINAÇÃO DE CERCA DE 45° CONTRA O VENTO. TAMANHO: CERCA DE 90cm de altura e 30-40cm de largura

A INCLINAÇÃO DAS PÁS AJUDA A DIRECCIONAR E RETER A ÁGUA/NÉVOA PARA UM DEPÓSITO

SISTEMA DE GRAMPAS  
NÃO TEM QUE MUDAR DE INCLINAÇÃO CONFORME A PLUVIA, É VAI TER QUE MUDAR CONFORME O TAMANHO DA PÁ

CAUDA; ESTA CAUDA É MAIOR QUE AS PÁS PARA PODER DIRECCIONAR AS MESMAS A FAVOR DO VENTO. ESTA FORMA/ESTÉTICA TEM INSPIRAÇÃO NOS CAPTADORES EM FORMA DE GALO

MATERIAL:

ISOLAMENTO TÉRMICO VAI AJUDAR NA CONDENSACÃO DA HUMIDADE DA NEBLINA

SISTEMA ROTATIVO, ABERTO POR DENTRO PARA DEIXAR PASSAR A ÁGUA E PODER DIRECCIONAR-SE A TRAVÉS DO VENTO 180°

AS PÁS OU ASAS ONDE VAI CONDENSAR A HUMIDADE DO AR, TERÁ QUE POSSUIR ZONAS/ÁREAS HIDROFÍLAS, ONDE A NEBLINA CONDENSA E, ÁREAS HIDROFÓBAS, PELAS QUAIS A ÁGUA ESCORRE ATÉ AO DEPÓSITO

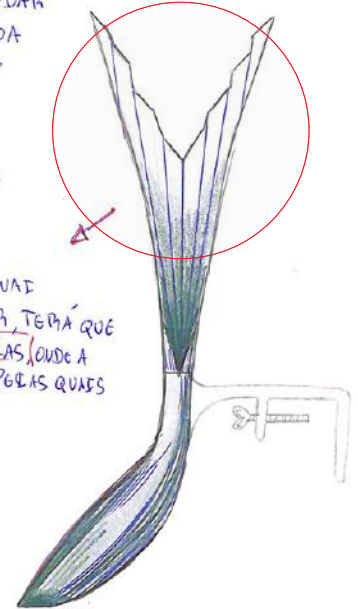
DEPÓSITO ONDE VAI CANALIZAR A ÁGUA/NÉVOA RETIDA PELAS PÁS. TERÁ UMA CAPACIDADE DE 3 LITROS, QUANTIDADE PARA 2 GARRAFAS DE 1,5L

GARRAFO ONDE VAI DIRECCIONAR A ÁGUA PARA UMA GARRAFA

ÁGUA

É ESSENCIAL À VIDA, É AQUI QUE ESTE ARTEFACTO SE RELACIONA COM A FICÇÃO DA GUARDA, ONDE IRÁ CAPTAR ORVALHO/ÁGUA DE EXCELENTE QUALIDADE.

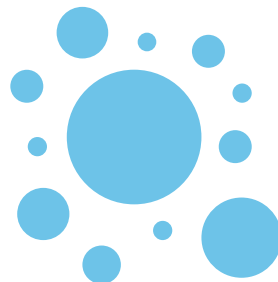
(ISOLANTE TÉRMICO)  
VISTA DE FRENTE



FELIX

### 3.4 Projecto biodinâmico orvalhinho

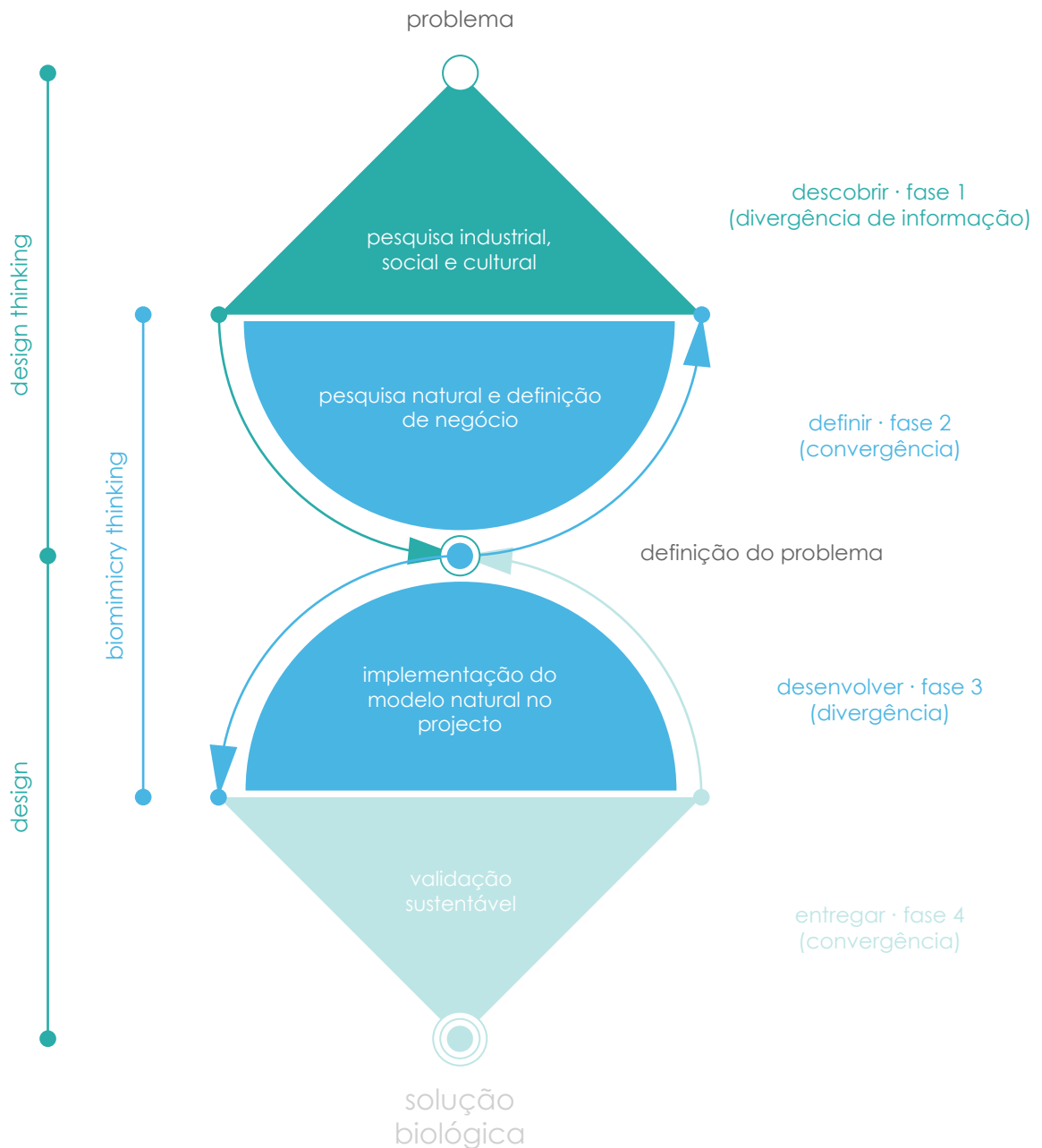
proposta de design de produto para captação da névoa



### 3.4.1 Implementação de conceitos · fase desenvolver

Após da síntese de mercado e das conclusões da observação natural para a definição de problema, a fase 3, dá início ao desenvolvimento de produto e da implementação/teste das ideias obtidas nas fases anteriores. Nesta fase serão apresentados algumas ideias conceptuais de como poderia ser uma solução para captação de névoa.

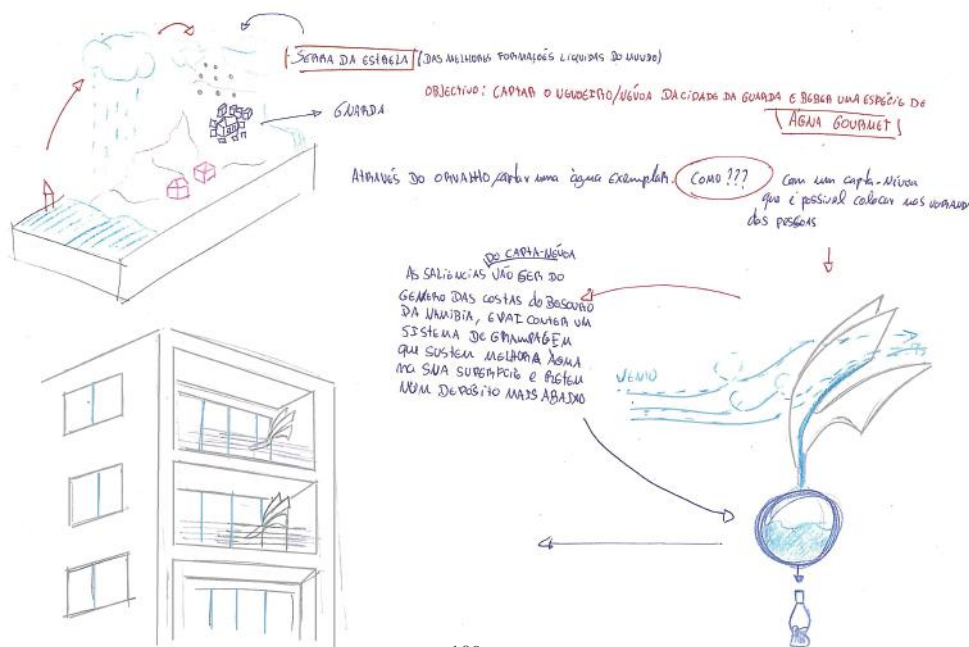
F. 74 · Fase 3 desenvolver o projecto orvalhinho



O projecto proposto é conceptual e foi desenvolvido em 2012. Apresenta alguns erros técnicos devido a ausência de desenvolvimento de testes, mas o objectivo passa pela partilha de conhecimento que pode inspirar à criação de novas ideias ao leitor da dissertação. Este projecto surgiu do desafio lançado durante a minha licenciatura no Instituto Politécnico da Guarda, pelo professor Raul Pinto para a idealização de um produto endógeno ligado à região da Beira-Alta, Portugal. Dos muitos recursos que esta região tem para oferecer, existe um particular que as pessoas odeiam e vulgarizam facilmente, o nevoeiro. É um elemento que nos limita a visão, molha-nos constantemente e quebra o estado anímico e criativo das pessoas. Como o tédio engendra a criatividade, porque não utilizar estes factores negativos em oportunidade? Idealizar um produto que capte a névoa e orvalho matinal que se adensa pelas colinas e vales dessa região portuguesa e utilizar a água captada para recursos agrícolas/doméstico no futuro? Após algumas pesquisas sobre o clima e de como poderia ser um benefício à sociedade, a atracção pelo mundo natural originou a pergunta se existiria na natureza alguma solução já existente para a captação da névoa.

O besouro do deserto da Namíbia foi o principal modelo natural para este projecto conceptual. Toda a pesquisa apresentada anteriormente pode ajudar a desenvolver novas ideias para design de produto e um dos objectivos da presente dissertação, é abrir vários caminhos a quem consulta este documento. O projecto proposto procura a utilização de sistemas energéticos naturais e renováveis como a energia do Sol, do vento, da água e da terra e incluir possíveis componentes biodegradáveis, apresentando o menor impacto ambiental possível, à semelhança do que acontece nos sistemas biológicos. O impacto só poderá ser nulo quando os sistemas que o produzirem, também conseguirem reduzir a zero o seu impacto ambiental, existindo uma simbiose entre os sistemas naturais, os sistemas tecnológicos e humanos, criando um ciclo que integra todos os intervenientes do projecto no sistema natural.

F. 75 · Brainstorming conceptual do projecto orvalhinho, 2012

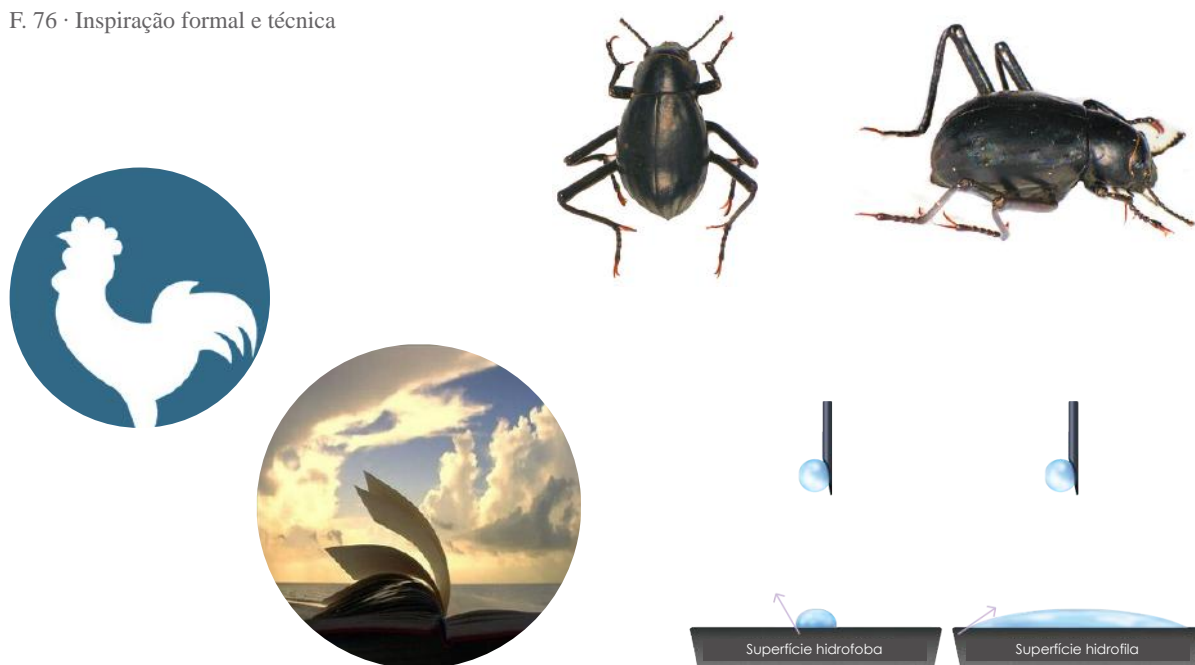


### 3.4.3 Apresentação conceptual biomórfica

Após a compreensão dos elementos morfo-funcionais do besouro, são apresentados alguns esboços e modelos virtuais, que procuram emular as estratégias do besouro em design de produto, para captação de partículas de água presentes no ar através do orvalho/névoa. A colocação preferencial do capta-névoa seria nas varandas das habitações, com intuito de fornecer água potável e de elevada qualidade aos seus utilizadores para consumo ou uso doméstico. De acordo com estudos realizados pela empresa “água da Serra da Estrela”<sup>306</sup>, a água existente neste maciço granítico é filtrada pela rocha, deixando-a pouco mineralizada, mais pura e saudável. Desde 2008, que a água fornecida pelas empresas Glaciar (Manteigas)<sup>307</sup> e Água Serra da Estrela (Gouveia) ganharam vários prémios que as distinguem como uma das melhores do mundo. A água evaporada nesta região é mais tarde dissipada no nevoeiro e colhida através do “Orvalhinho”. A água existente no nevoeiro e no orvalho, é ligeiramente<sup>308</sup> mais saudável que a da chuva, porque a baixa altura da sua origem permite recolher água menos contaminada do que a da chuva, que depois de ser libertada pela nuvem passa por todos os gases existentes na atmosfera até cair no solo. No entanto, não deixa de existir a necessidade de a purificar através de filtros para poder consumir na hora.

Este equipamento conceptual foi inspirado em vários elementos (fig.76) como o galo cata-ventos, na forma dinâmica da ilusão óptica criada pelas folhas de um livro ao vento e pela inclinação morfo-funcional da superfície hidrófila/hidrófuga da élitra do besouro.

F. 76 · Inspiração formal e técnica



306 Fonte sobre a constituição da água: (<http://www.aguaserradaestrela.pt/#/marca/homepage>). 307 Fonte: (<http://www.glaciar.pt/1/>), (<http://www.cmjornal.xl.pt/nacional/economia/detalhe/agua-portuguesa-glaciar-reconhecida-como-uma-das-melhores-do-mundo.html>). 308 Fonte: (<http://www.mundoeducacao.com/quimica/agua-chuva-potavel.htm>)



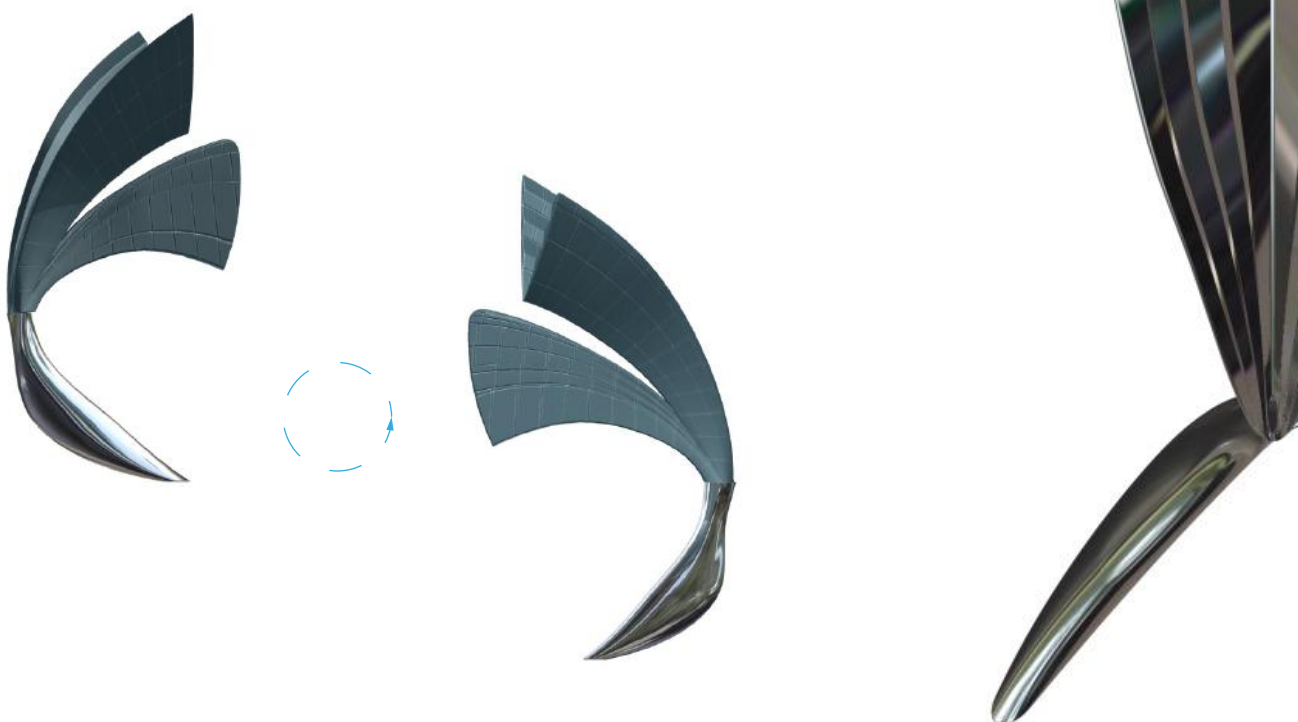
### 3.4.4 Detalhes técnicos e apresentação virtual do produto

O Orvalhinho é composto por uma parte superior e inferior (fig. 77), unidas por um eixo de rotação que também funciona como filtro de partículas e poeiras revestido em prata (elimina cerca de 97% das bactérias, purificando mais a água). A parte superior é desenhada com duas pás, revestidas alternadamente no seu interior com material hidrófilo e hidrorrepelente composto por veios e bolbos, onde a água do orvalho/névoa trazida pelo vento flui e condensa na parte inferior do reservatório, com capacidade para cerca de 3 litros.

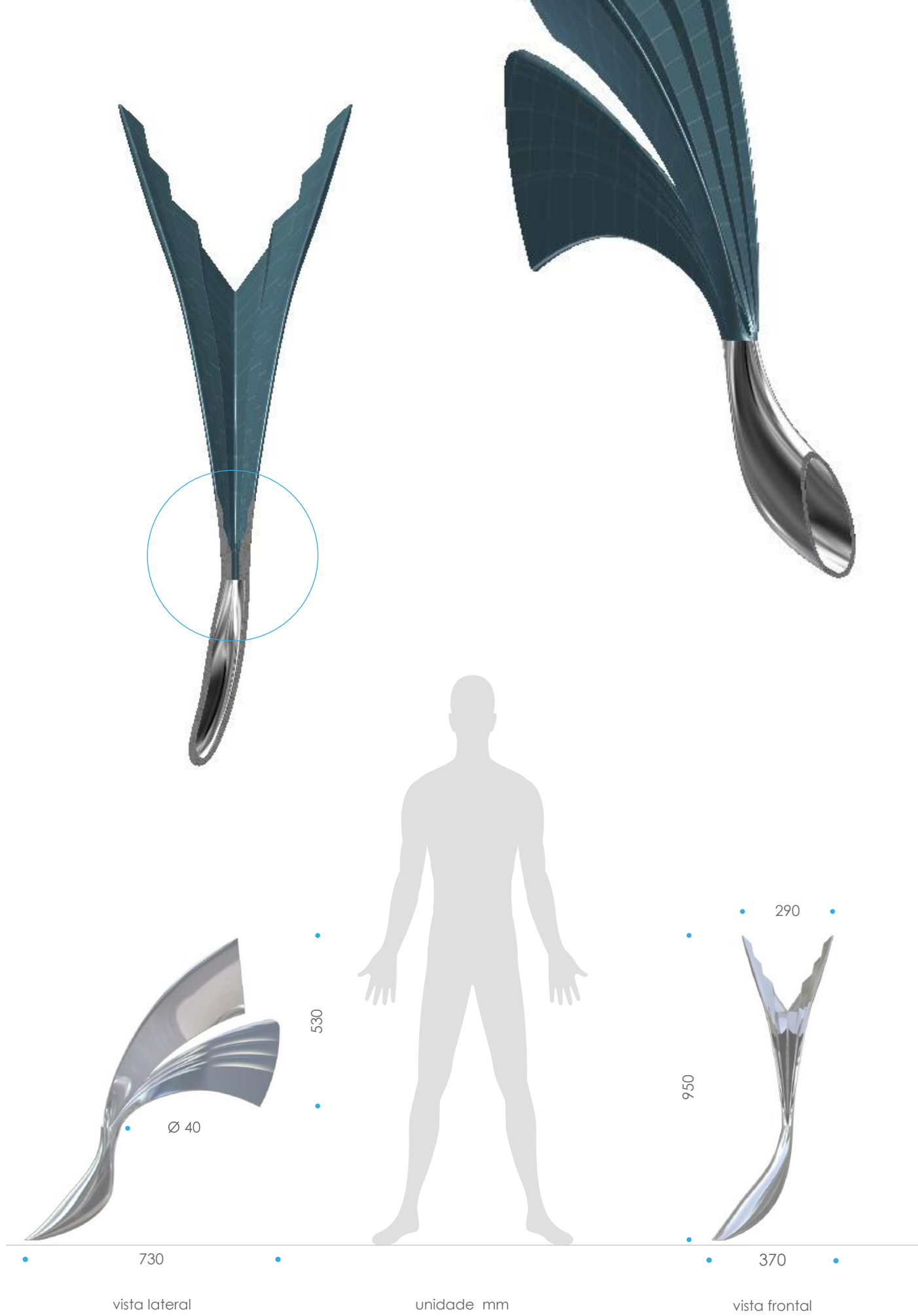
Com um possível sistema de preensão ajustável para varandas, o equipamento através de um eixo rotativo a 360° e de uma “cauda”, consegue orientar as suas alhetas sempre a favor do vento. Idealizado em alumínio, permite que a água se mantenha inalterada quimicamente, ao contrário de um material polimérico em que, ao envelhecer, as substâncias químicas poderão migrar para a água. O metal também funciona como um elemento de condensação para as gotículas no ar, uma vez que superfícies mais frias que o próprio ar tornam-se mais eficazes na captação. Na ponta do reservatório, levaria uma válvula para estancar a água, que quando puxada para trás com o dedo, passaria através do segundo filtro para uma garrafa.

O exemplo (modelado por software *Autodesk Inventor*) é uma possível solução com formas orgânicas. Porém, as formas orgânicas/biodinâmicas escolhidas em 2012 manifestam ser “agressivas” visualmente e podem ser perigosas durante a interação com o utilizador.

F. 77 · Conjunto de imagens com detalhes técnicos



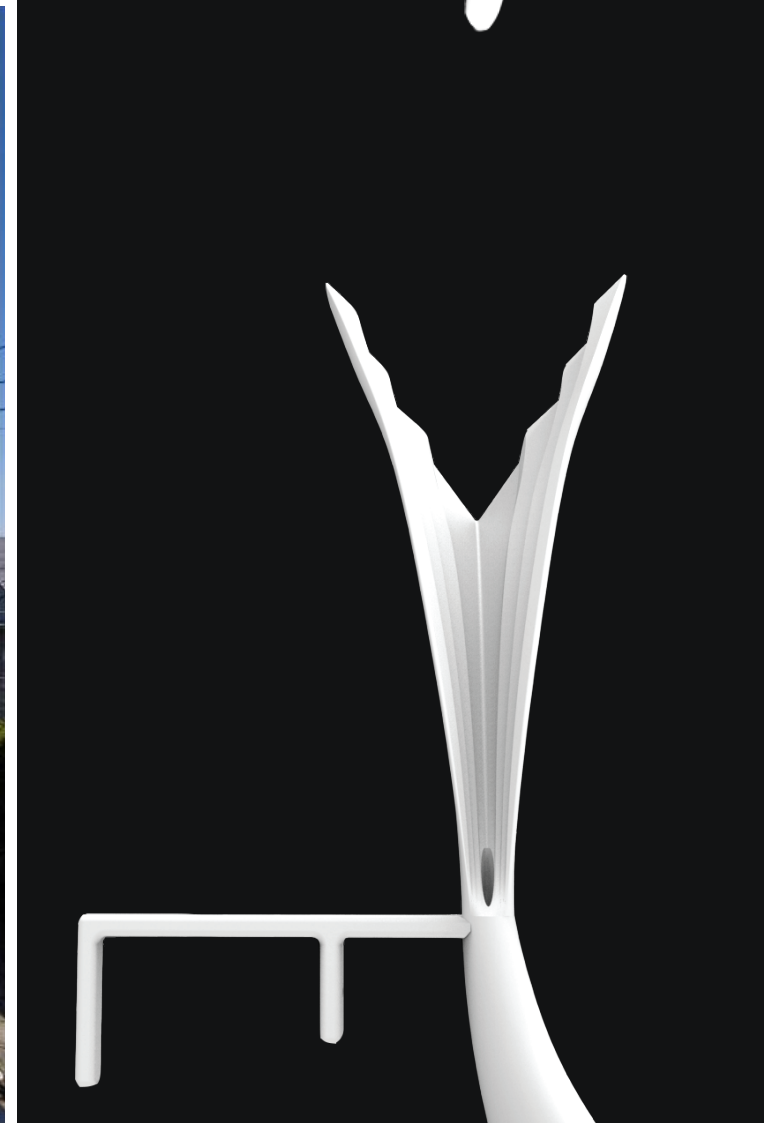








F. 79 · Produto no ambiente



### 3.4.5 Síntese da fase 3 (desenvolver)

Com o desenvolver de ideias conceptuais e virtuais do Orvalhinho, foi possível descobrir erros que podem comprometer o sucesso da proposta. Em relação ao produto proposto pela dissertação, é importante reter os seguintes aspectos:

- Apesar da cosimbiose, não pode ser considerado um projecto de design simbiótico, pelas lacunas que derivaram da falta de um processo industrial capaz e pensado para a solução final. A partilha de informação com especialistas em química, medicina, biologia e tecnologia, levaria o projecto a um nível mais próximo dos sistemas biológicos.

- Os processos industriais podem ser dispendiosos para a produção de alumínio, com os elevados gastos de energia para fundição e com a eventual destruição do ambiente para extracção deste minério. Apesar de permitir um funcionamento sem emissões de gases para a atmosfera e sem consumo de energia eléctrica durante o funcionamento, poderão existir outros materiais mais eficientes, eficazes e biodegradáveis que não comprometam a sustentabilidade ambiental;

- De acordo com o estudo Nørgaard e Marie, pequenos bolbos na microestrutura, permite atrair mais água para as saliências de baixo-relevo. A inclinação também aumenta a eficiência para a captação de gotículas. Neste equipamento o aumento da extensão de superfície tanto se torna mais eficaz;

- O uso de prata e de revestimento através de gel hidrófobo possibilita eliminar parte das bactérias que se vão aglomerando no equipamento e nas gotículas, além de o gel repelir mais gotículas para o reservatório;

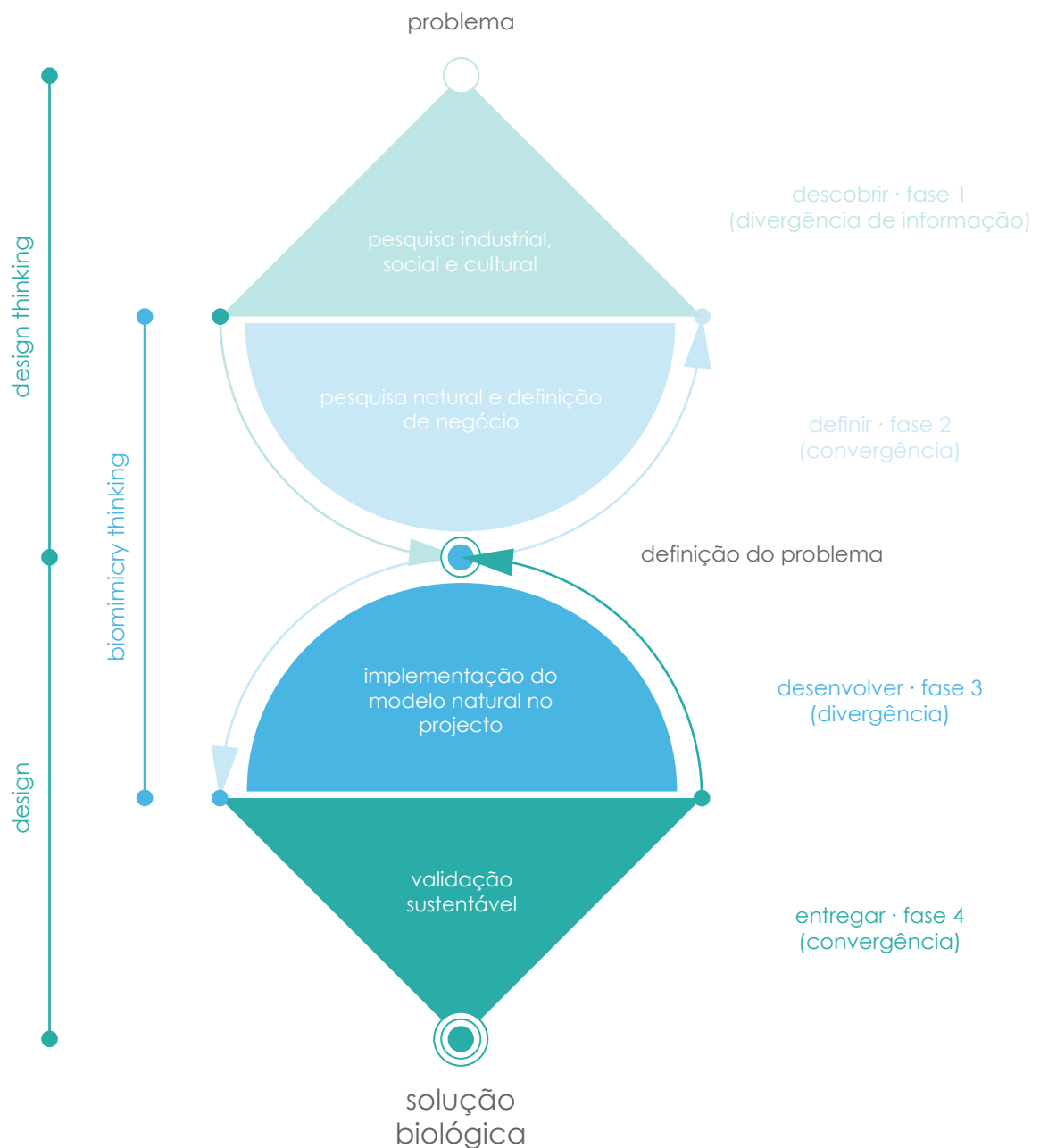
- O uso comunitário pode ser melhor solução que o uso pessoal, uma vez que responde à necessidade de um maior número de pessoas e não seria necessária a produção de tantos equipamentos;

- As formas orgânicas/biodinâmicas escolhidas em 2012 manifestam ser “agressivas” visualmente e podem ser perigosas durante a interacção com o utilizador.

- A água captada pode não ser completamente potável devido aos gases tóxicos existentes na atmosfera.

O processo double drop proposto, apela à iteração entre etapas e fases, por isso devemos recuar e perceber onde falhamos durante o processo para corrigir os erros, antes de o projecto ser submetido à entrega para o cliente e utilizadores. Para a presente dissertação, a última fase do processo double drop (entrega), não é desenvolvida por existirem os referidos erros, mas trouxe novos conhecimentos e ideias ao autor da presente dissertação para uma proposta mais sustentável, viável financeiramente e industrialmente, assim como na eficácia da captação de orvalho.

F. 80 · Fase 4 redefinir o projecto orvalhinho





Conclusão e considerações finais





“Na natureza todas as derrapagens são controladas”



## Conclusão e considerações finais

A presente dissertação que agora se conclui, retoma o objectivo geral da investigação, que propõe a revisão da natureza como solução sustentável para os problemas do nosso quotidiano. Através das análises realizadas, ficou demonstrado, que as metodologias de design thinking e biomimicry thinking podem potencializar a criação do design biónico, promovendo a concepção de produtos superiores a níveis da eficácia funcional, formal, de sustentabilidade industrial e ambiental. A biomimésis visa proporcionar uma nova unidade projectual para o século XXI, tendo a natureza como modelo e envolvendo muito mais do que imitar as suas complexas formas naturais. É necessário percebê-las na sua essência para inovar a nível estrutural e através do biodesign construir sobre a diversidade dos padrões naturais disponíveis (modos de adaptação natural). Proteger os recursos naturais pode ser a chave para um futuro de crescimento sustentável e com impacto ambiental reduzido, onde o designer deve agir como agente biológico, olhando a natureza como parte integrante da nossa solução.

Após a investigação da evolução histórica do objecto e da sua ligação com o utilizador, é possível reter algumas conclusões do estado actual da indústria e das implicações que o design de produto tem implicado na natureza. O ser humano não deixará de consumir. Por isso, a solução para o consumo industrial massivo poderá passar por produzir para consumir, mas sob a condição de quando o desperdício volte à terra, alimente a natureza, mantendo satisfeito o ciclo económico e psicológico da sociedade, e por fim o meio natural de onde foi retirado inicialmente. Este pensamento durante o desenvolvimento de produto implica que certos detalhes do objecto/sistema sejam ponderados na fase de processo de design, como desenhar para as necessidades reais das pessoas e não para as necessidades artificiais. Esta ideologia de projecto poderá reduzir os elevados níveis da obsolescência planeada (a função, a qualidade e a atracção) e pode fornecer dicas para melhorias de produção e do impacto ambiental após a “morte” do produto, como por exemplo (o descarte do mesmo pode funcionar como nutriente biológico para o solo, dando valor natural ao objecto artificial).

Ao perceber a indústria actual e o mercado à nossa volta, percebe-se que a reciclagem actual ainda não é solução final para o lixo. Não é uma resposta eficaz ao verdadeiro problema que muitas vezes reside no processo de design, onde o produto é mal pensado e feito de diversas matérias que na maioria não podem ser recicladas. Para reduzir alguns dos erros cometidos no desenvolvimento de produto, um aspecto importante é evitar que na entrega do produto ao utilizador final exista a criação de uma falsa sobrevalorização do objecto com elementos triviais que gere mais desperdício. No mercado actual, muitos produtos vêm em invólucros, dentro de outras caixas com etiquetas da marca e pequenas brochuras da história dos mesmos e por fim a caixa exterior ainda é revestida com outro invólucro. Para acedermos ao produto que pretendemos com um único propósito, temos que abrir as várias “peles” do mesmo para o usufruirmos.

Na origem de um produto novo, devemos elaborar um processo de produção baseado na “árvore das cerejas”, que funciona como uma entidade ligada a todos os factores internos, externos e aos sistemas que existem à sua volta, onde após a produção, volte a alimentar a natureza que deu origem a todo este processo. A cerejeira desenvolve durante meses o fruto para o deixar cair na sua área circundante. Esse “desperdício” têm o único propósito de atrair outros seres-vivos e organismos para se alimentarem do mesmo e deixarem mais tarde os seus excrementos e minerais que vão oferecer nutrientes às suas raízes, fortalecendo-as. A árvore adaptada à sua sobrevivência cria a pensar nela, mas também na subsistência de outros organismos à sua volta, pois fica a ganhar com a cooperação dos demais. Esta saudável cooperação devia ser copiada para o sistema industrial actual.

Dentro da mesma óptica de cooperação entre indivíduos, a formiga demonstra claramente que o trabalho em grupo é mais eficaz e eficiente do que o trabalho desenvolvido individualmente. Todas as acções realizadas pelo grupo se revelem eficazes sem necessidade hierarquização. A cooperação e coordenação individual de todas as formigas da colónia formam uma base estrutural sólida. Ao observarmos e implementarmos estes conceitos dentro de uma organização, já estamos a praticar biomimética e torna-se mais fácil apresentar soluções estruturadas e sustentadas.

Interligar as temáticas do design thinking e biomimicry thinking, originam um suporte para minimizar os erros cometidos durante a fase de produção dos objectos que idealizamos. Aliar o processo natural ao processo de design, será vantajoso para o ambiente e para o mercado, proporcionando ideias inovadoras e mudança de paradigma da actual indústria. Numa analogia natural adequada à perspectiva de projecto, quando abordamos um problema, devemos considerar uma observação divergente no início da investigação, evitando uma gestão antropocêntrica desprovida de uma visão biocêntrica, na tentativa de perceber todas as disciplinas e intervenientes de um processo. Quando o designer, arquitecto, engenheiro e todos os inovadores que procuram a resposta para um problema, é fundamental colocar uma pergunta como ponto de partida em qualquer projecto: “o que é que a natureza pode fazer aqui? ou “que soluções”. A biomimésis assenta na descoberta do modo como funciona o mundo natural e mais importante, o que dura nele. É muito importante começar com uma explicação clara do que é o problema, com uma pergunta que seja aberta, mas não demasiado abrangente. A prática do biodesign é actualmente um conceito de aplicação generalizada, através do qual o homem busca aproximar os sistemas materiais e organizacionais por si criados ao modelo exemplar das “criações” da natureza.

Estes dois processos complementam-se. Geralmente o biomimicry thinking, não aplica a mesma empatia que o designer deve criar durante o processo de design thinking com o utilizador, na óptica de entender melhor a sua necessidade social e cultural. Já no design thinking, muitas vezes a consciência para uma produção biodegradável e de observação das estratégias naturais, manifestam-se inexistentes. Com estas lacunas de pensamento nos respectivos processos, não será mais vantajoso complementar os dois no desenvolvimento de produto no futuro?

Actualmente existem muitas empresas que não praticam o biomimicry thinking nos seus projectos e é com base nessa observação, que a presente dissertação apresenta o modelo de processo tecnosimbótico “Double Drop”, que liga os pensamentos naturais do design biomorfo, aos pensamentos metodológicos do design industrial, oferecendo aos vários inovadores, um processo simples, fácil de perceber e aplicar nos seus projectos. O modelo Double Drop procura ser uma ferramenta de multi-funções, aliando os níveis de processo biomimético ao design thinking, proporcionando diferentes caminhos para novas soluções sustentáveis. No início de cada projecto industrial, além de toda a pesquisa de mercado e cultural, é importante reter os seguintes níveis de processo natural:

- O **primeiro nível** procura imitar a forma natural. Nesta instância poderemos não obter o rendimento para algo sustentável, pois só observar e copiar as linhas naturais pode ser inconclusivo, mas para algumas soluções, poderá ser o suficiente. Este nível também pode ser denominado por **biosimbiose**;

- No **segundo nível** aprofundamos o conhecimento do processo natural no seu carácter formal e funcional, proporcionando-nos receitas benéficas para a nosso problema e conectando o ser humano com a natureza. Este nível também pode ser denominado por **tecnosimbiose**;

- No **terceiro nível** as soluções devem corresponder a uma tecnologia limpa, para obter um ecossistema natural e ético. A natureza também soluciona os seus problemas sem criar desperdício e se a nossa solução passar por um processo dispendioso em recursos, poluente e mal entregue à sociedade, falhamos claramente o objectivo. Este nível também pode ser denominado por **cosimbiose**.

Após a abordagem histórica e da aprendizagem de modelos e processos de design, a presente dissertação identifica um problema relacionado com a distribuição e escassez de água potável em países subdesenvolvidos. Além da apresentação do processo tecnosimbótico Double Drop, este documento aplica o mesmo numa possível solução para a obtenção de água própria para consumo em zonas de difícil acesso a esta fonte. O projecto Orvalhinho, nome derivado das pequenas gotículas de água existentes no ar, desenvolve na fase 1 do processo - descobrir, uma pesquisa social e cultural para observar diversos detalhes inerentes ao problema, como dados e estatísticas de organizações mundiais (a OMS por exemplo) e perceber o estado actual da envolvimento do ser humano com as fontes de água existentes nos seus habitats, o que eles fazem a essas fontes e o que precisam. Investiga soluções existentes no mercado e dos processos industriais realizados pelas mesmas soluções para obtenção de água. No seguimento da pesquisa industrial, o designer com o conhecimento do que já existe e com o problema definido, pode iniciar na fase 2 - definir, a definição de negócio da sua ideia e da pesquisa natural com a pertinente pergunta referida anteriormente: “**o que é que a natureza pode fazer aqui?**”, com uma investigação ao mundo natural que neste caso foca-se nas características do deserto da Namíbia e da planta lótus.



Após a aprendizagem sobre alguns materiais e técnicas de captação de névoa, a terceira fase do projecto Orvalhinho - desenvolver, propõe a implementação dos conhecimentos no design de produto. Qualquer profissional que queira desenvolver uma ideia para a captação de água deve ter em conta os seguintes detalhes dos pormenores observados:

- As **nano partículas de prata** em filtros, ajudam a purificar água impura;
- Estruturas ecológicas revestidas com **malhas em aço inoxidável** com um espaçamento calculado dos filamentos, aumenta a eficácia e eficiência da captação da névoa e o frio do aço ajuda na retenção/atracção de gotículas, tornando-se melhores que as malhas convencionais feitas em material polimérico;
- A **evaporação da água** pode ajudar a condensar gotículas puras da água imprópria para consumo;
- Utilização de **gel viscoso hidrófilo** como revestimento retém/canaliza com maior facilidade as gotículas das superfícies originais de produtos/equipamentos;
- A água do **vento húmido** pode ser captada através de **mecanismos electrónicos**, que originem a condensação da mesma;
- Através da conclusão do estudo da observação dos besouros, a **inclinação associada à incidência e velocidade do vento**, aumenta a eficácia e eficiência da recolha de gotículas. No entanto, se as superfícies de captação forem lisas, muitas gotículas podem com a velocidade do vento perderem-se novamente na atmosfera;
- A **rugosidade microscópica** da superfície da flor de lótus, assim como os bolbos da élitra do besouro, também podem ser reproduzidas em superfícies de produtos, aumentando a eficiência e eficácia em canalizar as gotículas de água presentes no ar.

Estes detalhes poderão ser aspectos chave para o sucesso de uma ideia para captação de água. No entanto os esboços e modelações virtuais propostas pela dissertação, apresentam algumas lacunas formais e técnicas que devem ser melhoradas e por esse motivo o projecto Orvalhinho só avança até a fase 3 do processo Double Drop, pois a fase 4 - entrega, o produto já teria que ser testado e aprovado pelas normas e regulamentações industriais. Mesmo depois de o produto estar em fase de produção e em uso pelo utilizador, estamos sempre a aprender, investigar e com o processo em aberto, onde o produto nunca deixa de ser um protótipo que servirá de exemplo para outro mais eficaz e eficiente. O uso comunitário do produto poderá ser mais vantajoso que o uso pessoal, respondendo à necessidade de um maior número de pessoas com um único equipamento e evitando uma produção excessiva do mesmo para o mercado. Partilhar o nosso estudo com especialistas de medicina, biologia e tecnologia, levará o projecto a um nível mais próximo dos sistemas biológicos.

Glossário

g

## g. Glossário de palavras e frases

Este glossário inclui palavras, frases e comparações comuns utilizadas ao longo da dissertação sobre o design natural. A maioria das definições apresentadas têm o seu real significado no dicionário e outras apresentam ligeiras variações de acordo com a aplicação específica da biomimésis. Todas as definições são redigidas na perspectiva da biologia, mas que podem ser aplicadas nas disciplinas do design, engenharia, arquitectura e negócio<sup>309</sup>.

**3.85 Mil milhões de anos** · algumas investigações sugerem que neste período surgiu os primeiros seres vivos no planeta terra.

**Abiótico** · factores associados, mas não derivados de um organismo vivo. Estes factores são externos e ambientais e incluem a luz solar, temperatura, vento ou precipitação.

**Adaptável à mudança** · um dos *life's principles*: o conhecimento genético é responder apropriadamente a um contexto dinâmico de adaptação a um novo meio.

**Análogo** · similar na função e/ou na aparência, mas não na origem ou desenvolvimento.

**Auto-organização** · um dos *life's principles*: criar condições que permitam componentes para interagir/avançar em conjunto no sentido de originar um sistema enriquecido.

**Associar forma à função** · um dos *life's principles*: implementar uma forma ou padrão com base na necessidade.

**Bio"logar"** · na procura de uma solução ou função, devemos refazer a questão inicial de projecto, por ex., 'como posso fazer um tecido vermelho' para 'como é que natureza cria esta cor?'.

**Biodiversidade** · toda a variedade de vida e processos naturais no planeta. Apesar de o globo estar interligado através de diferentes processos naturais locais, estes originam os ecossistemas.

● ●

<sup>309</sup> Baumeister, Dyana - op cit. pp. 265- 270.

**Biologia para o design** · através do biomimicry, a biologia aproxima-se do design quando começa a descobrir e questionar os modelos naturais para aplicá-los nas ferramentas de design.

**Biólogo no projecto de design** · procurar combinar as soluções naturais e interpretar as estratégias da natureza em soluções de design que respondam aos desafios e necessidades humanas.

**Biomimicry** · procura emular os princípios naturais de forma consciente.

**Biótico** · ao contrário dos factores abióticos, estes factores são associados e derivados de organismos vivos. Num ambiente, além de estes factores serem os próprios organismos, também definem a cadeia alimentar, a competição por uma fonte alimentar e relações simbióticas.

**Conceito** · um pensamento, ideia ou noção geral de um assunto.

**Contexto** · definição das condições inter-relacionadas em que algo existe ou ocorre num ambiente.

**Criar condições propícias à vida** · estabelecer práticas e estratégias, de modo que a existência de outras espécies, comunidades e sistemas não sejam eliminadas, sendo na maioria dos casos reforçada.

**Cultivar relações de cooperação** · um dos *life's principles*: encontrar o valor por meio de interacções mutuamente vantajosas para todos os intervenientes naturais ou humanos.

**Desafio** · um assunto ou necessidade específica que uma espécie enfrenta e também pode ser algo que o ser humano precisa de resolver para a sua subsistência, necessidade essa que pode ser resolvida através de soluções de design.

**Designer** · um termo amplo utilizado para referir qualquer pessoa responsável por conceber, criar e implementar ideias que afectam os sistemas culturais, sociais, tecnológicos, científicos e financeiros em qualquer escala.

**Dinâmica não-equilibrada** · refere-se à forma como a terra, ecossistemas e até mesmo os nossos corpos estão constantemente em alteração e que raramente atingem um estado de equilíbrio que dure muito tempo.

**Ecossistema** · uma comunidade de organismos vivos e não vivos de um ambiente físico. Um complexo e dinâmico sistema de plantas, animais, fungos e microorganismos, onde a sua interacção e associação com o meio ambiente cria uma unidade ecológica.

**Ecossistema de tipo 1** · primeira etapa da sucessão de um ecossistema, caracterizada pela diversidade limitada, onde os ciclos de vida são curtos com altas taxas de perda de energia e limitada reciclagem de nutrientes (r-selecção).

**Ecossistema de tipo 2** · segunda etapa da sucessão de um ecossistema, caracterizada por ciclos de vida mais longos, com baixa perda de energia e crescimento perene (r-selecção).

**Ecossistema de tipo 3** · terceira (e "final") etapa da sucessão de um ecossistema, caracterizada por ciclos de vida mais longos, com baixa perda de energia e crescimento perene (r-selecção). Alta diversidade de espécies e redes interconectadas.

**Elevar** · melhorar ou valorizar a qualidade, o desejo ou vontade de atractividade de algo.

**Emular** · procurar imitar de forma profunda os padrões e princípios da natureza em vez de os copiar formalmente.

**Esperar o inesperado** · um dos *life's principles*: incorporar erros que incentivem a novas ideias, formas e funções.

**Estratégia** · conjunto de comportamentos ou de soluções utilizadas por um indivíduo com o intuito de alcançar através de vários desafios um objectivo importante.

**Evolução biológica** · modificação genética manifestada numa população de organismos de geração para geração.

**Evolução convergente** · evolução independente de dois ou mais organismos de ascendência diferente, mas que possuem semelhanças estruturais ou funcionais.

**Evoluir para sobreviver** · um dos *life's principles*: incorporar e implementar continuamente informações para garantir um desempenho duradouro.

**Fazer química na água** · um dos *life's principles*: usar água como solvente.

**Fenótipo** · expressão física ou química de um organismo/gene.

**Função** · uma acção para qual uma estratégia biologicamente é especificamente preparada ou usada, existindo um propósito ou necessidade, cumprindo essa tarefa.

**Genótipo** · composição genética de um indivíduo.

**Habitat** · ambiente natural de um organismo, população ou ser-vivo.

**Hidrófilo/hidrófugo** · amigo da água/repelente de água.

**História genética** · história evolutiva do genoma de uma espécie, a linhagem que reflecte o processo evolutivo.

**Homólogo** · semelhante no desenvolvimento e no plano estrutural, assumindo uma evolução comum ou de ascendência.

**Ideia** · um plano para uma acção. Não é definitivo e é conceptual. Design.

**Interdependente** · relação entre dois ou mais organismos que são dependentes entre si para sobreviver ou prosperar.

**Interdisciplinar/multidisciplinar** · envolve mais que duas disciplinas académicas, científicas ou artísticas.

**K-selecção ou k-estratégia** · espécies cujos números da população estão em equilíbrio com o meio natural de onde vivem e tendem a produzir menos, investindo mais no cuidado alimentar em prole de obter mais energia e sobreviver a longo prazo.

**Life's principles** · conjunto de padrões que a vida natural exhibe e manifesta contribuindo para a capacidade de sobreviver e prosperar sem prejudicar terceiros.

**Meme** · unidade de informação cultural, como uma prática cultural ou ideia, que é transmitida verbalmente ou repetida constantemente de uma mente para outra. Richard Dawkins, que originou o termo no livro *O Gene Egoísta*, comparou o processo pelo qual os memes sobrevivem e mudam através da evolução cultural para uma selecção natural dos mesmos na evolução biológica.

**Modular** · construção e design de unidades padronizadas com dimensões flexíveis, variáveis no uso e/ou de expansão.

**Natureza/vida** · termos intercambiáveis referentes a biota (ecologia) e da comunidade de ecossistemas vivos.

**Natureza como medida** · uso de padrões ecológicos para “julgar” de forma construtiva, a correcção das nossas inovações.

**Natureza como mentor** · ferramenta que nos ajuda a contemplar e valorizar a natureza, através de fundamentos de que esta nos pode ensinar.

**Natureza como modelo** · imitar ou inspirar-se nos desenhos e processos biológicos para resolver problemas humanos.

**Nicho** · papel funcional de uma espécie dentro de uma comunidade; dependente de adaptações estruturais e respostas fisiológicas.

**Nicho de diferenciação** · capacidade de um organismo se associar a um novo nicho, a fim de evitar a competição directa.

**Padrão** · uma forma recorrente, estratégia ou princípio. Também um exemplo ou modelo a ser imitado/emulado.

**Perturbação ecológica** · estudo ecológico de um determinado tipo de perturbação numa floresta, como a formação de lacunas devido à morte ou a queda de uma árvore e do recrescimento como capacidade de resposta.

**Princípio** · fonte fundamental; elemento primário, força ou lei que produz resultados particulares e determinantes. Base fundamental onde a existência de algo é dependente; causa.

**Princípio de design** · um princípio profundo baseado na natureza que declara termos não-biológicos.

**Princípio de precaução** · abordagem que afirma se uma acção ou política possui um risco suspeito de causar danos ao público ou ambiente. Na ausência de um consenso científico de que a acção ou política é prejudicial, todos os danos causados pela acção ficam sob responsabilidade de quem tomou a decisão.

**Princípio profundo** · uma estratégia que é encontrada repetidamente na natureza, como a espiral de Fibonacci, que pode ser depois traduzida em um princípio de design.

**Quimera** · na mitologia grega, a quimera era uma criatura composta por diversas partes do corpo de outras criaturas. No biomimicry thinking, a quimera pode ser uma combinação de diferentes soluções naturais no design biomimético.



**Química verde** · utilização de um conjunto de princípios que reduz ou elimina o uso de geradores de substâncias perigosas durante o projecto de design e na produção.

**R-selecção ou r-estratégia** · espécies que são oportunistas no seu ambiente ao colocar mais energia para produzir ovos, usando pouca energia para assegurar a existência prolongada.

**Reciclar todos os materiais** · um dos *life's principles*: manter todos os materiais em circuito fechado.

**Redireccionar** · converter para outra finalidade ou objectivo.

**Regenerar** · restaurar para um estado melhor ou mais digno do que o existente.

**Regenerativo** · tendência para a reprodução de reformas renováveis ou sustentáveis.

**Remodelar informação** · um dos *life's principles*: trocar ou alterar informações para criar novas opções/soluções.

**Replicar estratégias que funcionam** · um dos *life's principles*: repetir abordagens bem-sucedidas

**Respeitar a natureza local** · um dos *life's principles*, é ser integrado e sintonizar com o ambiente natural à nossa volta.

**Seleção natural** · processo onde só os organismos mais adaptados e bem-sucedidos conseguem sobreviver ao seu ambiente.

**Serviços dos ecossistemas** · beneficiam o ser humano com uma quantidade de recursos e processos fornecidos pelo meio natural, como a água potável e processos de decomposição de desperdício. Os serviços de ecossistemas estão divididos em quatro categorias amplas: provisão de água e produção de alimento; regulação do clima e de doenças; suporta os ciclos de nutrição e polinização; e cultural, como os benefícios espirituais e recreativos.

**Simbiose** · relação íntima entre dois ou mais organismos de espécies diferentes. A relação simbiótica pode ser categorizada como mutualista (em que cada organismo beneficia da relação), comensal (em que um organismo beneficia do relacionamento, mas o outro organismo não sai beneficiado ou prejudicado), e o parasitário (em que um organismo se beneficia no custo do outro).

**Suspender a própria inteligência** · capacidade do ser humano em manifestar uma abordagem humilde na resolução de um problema, reconhecendo que nós não temos respostas.

**Sustentabilidade** · intenção ou capacidade de continuar de forma benevolente os aspectos económicos, sociais, institucionais e ambientais da sociedade humana, atendendo às necessidades do presente sem comprometer a capacidade de as gerações futuras satisfazerem as suas próprias necessidades.

**Taxonomia biomimética** · procura organizar o conhecimento explorado em diferentes espécies através de esquemas, de como eles enfrentam os diferentes desafios. O site asknature.org está organizado por esta taxonomia.

**Upcycle** · converter resíduos ou produtos inúteis em novos materiais ou produtos de melhor qualidade e valor ambiental.

**Vencedor adaptável** · espécie que consegue adaptar-se ou sobreviver num habitat particular através das suas estratégias, despistando os desafios que as condições naturais proporcionam. Por ex., o besouro da Namíbia sobrevive à escassez de água no deserto devido às estratégias desenvolvidas no seu corpo para captação de névoa no ar.

Bibliografia

b

## b.1 Monografia consultada

Bakker, Gijs. Ramakers, Renny - **Droog design: spirit of the nineties**. Rotterdam: 010 Publishers, 1998. 978-9064503016

Baumeister, Dyana - **Biomimicry resource handbook**. Montana: Biomimicry Institute, 2014. 978-150564648

Benyus, Janine - **Biomimesis**. Barcelona: TusQuets, 2012. 978-8483833995

Benyus, Janine - **Biomimicry: innovation inspired by nature**. New York: William Morrow & Company, 2002. 978-0060533229

Bertrand, Yann Arthus - **366 Dias para reflectir sobre o nosso planeta**. Paris: Forlaget Jorden, 2004. 978-8497850025

Birkeland, Janis - **Design for sustainability: a sourcebook of integrated ecological solutions**. London: Earthscan, 2002. 978-1853838972

Burall, Paul - **Product development and the environment**. Burlington: Gower Publishing Ltd, 1996. 978-0566076596

Byars, Mel, Arlette Barré-Despond - **Cent objets, un siècle de design**. Paris: Editions de l'Amateur, 1999. 978-2859172855

Capra, Fritjof - **The hidden connections: integrating the biological, cognitive, and social dimensions of life into a science of sustainability**. New York: Doubleday, 2002. 978-0385494717

Charlotte & Peter Fiell - **Design handbook: conceitos, materiais, estilos**. Itália: Taschen, 2006. 978-3822828601

Charlotte & Peter Fiell - **Design now**. Itália: Tachen, 2013. 978-3822852682

Coon. Carleton S. - **The story of man**. New York: Alfred A Knopf, 1955. 1-330130118

Dawkins, Richard - **The selfish gene**. Oxford University Press: 2 edition, 1990. 978-0192860927

Fiksel, Joseph - **Design for the environment: creating eco-efficient products and processes**. New York: McGraw-Hill Professional Publishing, 1996. 978-0070209725

Fuad-Luke, Alastair - **Design activism: beautiful strangeness for a sustainable world**. New York: Routledge, 2009. 978-1844076451

Johnson, Steven - **Emergence: the connected lives of ants, brains, cities, and software**. New York: Scribner, 2002. 978-0684868769

Johnson, Steven - **Where good ideas come from: the natural history of innovation**. New York: Riverhead Books, 2011. 978-1594485381

Johnson, Steven - **As ideias que mudaram o mundo: a história natural da inovação**. Lisboa: Clube do autor, 2012. 978-9898452535

Jones, John Christopher - **Design methods: seeds of human future**. London: John Wiley & Sons Ltd, 1970. 978-0471284963

Kelley, Tom - **The art of Innovation**. London: Profile Books, 2001. 978-1861975836

Kelley, Tom - **The ten faces of Innovation**. London: Profile Books, 2005. 978-0385512077

Kemp, Martin - **Leonardo da Vinci vida e obra**. 1ª Edição. Lisboa: Editorial Presença, 2005. 978-9722334020

Lewis, Helen - **Design and environment: a global guide to designing greener goods**. Sheffield: Greenleaf Pubns, 2001. 978-1874719434

Lockwood, Thomas - **Design thinking: integrating innovation**. New York: Allworth Press, 2010. 978-1581156683

Lovegrove, Ross - **Supernatural: the work of Ross Lovegrove**. London: Phaidon, 2004. 978-0714847801

Magnoli, Carlo - **Designing a DNA for adaptative architecture: a new built environment for social sustainability**. London: WIT Press, 2002. 1-853129011

Manning, Richard - **Against the grain: how agriculture has hijacked civilization**. New York: North Point Press, 2005. 978-0865477131

Manzini, Ezio; Vezzoli, Carlo - **O desenvolvimento de produtos sustentáveis: os requisitos ambientais dos produtos industriais**. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2005. 8-531407311.

Mau, Bruce. Leonard, Jennifer - **Massive change: a manifest for the future of global design**. London: Phaidon Press, 2004. 978-0714844015

McDonough, M. Braungart W. - **Cradle to cradle: remaking the way we make things**. New York: North Point Press. 2002. 978-1400157617

McLennan , Jason F. - **The philosophy of sustainable design**. Seattle: Ecotone Publishing, 2004. 978-0974903309

Menzel, Peter - **Material world: a global family portrait**. Berkeley: Counterpoint, 1995. 978-0871564306

Munari, Bruno - **Das coisas nascem coisas, arte e comunicação**. Lisboa: Edições 70, 2010. 978-9724413631

Nussbaum, Bruce - **Creative Intelligence: harnessing the power to create, connect and inspire.** New York: HarperBusiness, 2013. 978-0062088420

Packard, Vance - **The waste makers.** New York: Ig Publishing, 2011. 978-1935439370

Page, Martin - **A primeira aldeia global.** Lisboa: Casa das Letras, 2008. 978-9724617633

Papaneck, Victor - **Design for the real world.** Paladin, 1970. 978-0897331531

Papaneck, Victor - **Design for the real world: human ecology and social change.** Chicago: Review Press, 2005. 978-0897331531

Poirier, Jean - **História dos costumes: o homem e o objecto.** Lisboa: Editorial Estampa, 1999. 978-9723314366

Proctor, Ray - **Managerial accounting for business decisions.** London: Financial Times Management, 2001. 978-0273646235

Russ, Tom - **Sustainability and design ethics.** London: CRC Press, 2010. 978-1439808542

Salgado, Javier Sáez - **Moedas de ouro de Portugal.** Lisboa: Numisma Leilões, 2001. 972-9305 013

Sanchez, José M. - **Handbook of life cycle engineering: concepts, models and technologies.** New York: Springer, 1999. 978-0412812507

Silverstein, Virginia - **Bionics: man copies nature's machines.** New York: The McCall Publishing Company, 1970. 978-0841520134

Slade, Giles - **Made to break: technology and obsolescence in America.** Harvard University Press, 2007. 978-0674025721

Sherdroff, Nathan - **Design is the problem: the future of design must be sustainable.** New York: Rosenfeld Media, 2009. 978-1933820002

Toffler, Alvin - **Future shock.** London: Bantam Books, 1970. 0-394425863

Van der Ryn, Sim - **Ecological design: 10th anniversary edition.** Washington DC: Island Press, 2007. 978-1597261418

Vilar, Émilio Tavora - **Design et al.** Lisboa: D. Quixote, 2014. 978-9722053969

Wahl, Daniel Christian - **Design and nature III: comparing design in nature with science and engineering.** London: C.A. Brebbia, Wessex Institute of Technology. 978-1845641665

Weisman, Alan - **O mundo sem nós.** Lisboa: Estrela Polar, 2007. 978-9728929770

Wilson, Edward - **Sociobiology: the new synthesis - 25th anniversary edition.** Harvard: Belknap Press, 2000. 978-0674002357

Wilson, Edward - **The future of life.** Random House Inc., 2002. 978-0679768111



## b.2 Bibliografia recomendada para o besouro do deserto da Namíbia

Ward JD, Seely MK, Lancaster N: **On the antiquity of the Namib**. S. Afr. J Sci 1983, 79:175-183. [OpenURL](#)

Pietruszka RD, Seely MK: **Predictability of two moisture sources in the Namib Desert**. S Afr J Sci 1985, 81:682-685. [OpenURL](#)

Henschel JR, Mtuleni V, Gruntkowski N, Seely MK, Shayengana E: **Namfog: Namibian applications of fog-collecting systems: phase 1. Evaluation of fog-water harvesting**. Occasional paper No 8, DRFN 1998. [OpenURL](#)

Lancaster J, Lancaster N, Seely MK: **Climate of the central Namib Desert**. Madoqua 1984, 14:5-61. [OpenURL](#)

Seely MK, Henschel JR, Hamilton WJ III: **Long-term data show behavioural fog collection adaptations determine Namib Desert beetle abundance**. S Afr J Sci 2005, 101:570-572. [OpenURL](#)

Seely MK: **Irregular fog as a water source for desert dune beetles**. Oecologia 1979, 42:213-227. [Publisher Full Text](#) [OpenURL](#)

Hamilton WJ III, Seely MK: **Fog basking by the Namib Desert beetle, *Onymacris unguicularis***. Nature 1976, 262:284-285. [Publisher Full Text](#) [OpenURL](#)

Seely MK, Hamilton WJ III: **Fog catchment sand trenches constructed by Tenebrionid beetles, *Lepidochora*, from the Namib Desert**. Science 1976, 193 [PubMed Abstract](#) | [Publisher Full Text](#) [OpenURL](#)

Hamilton WJ III, Henschel JR, Seely MK: **Fog collection by Namib Desert beetles**. S Afr J Sci 2003, 1. [OpenURL](#)

Parker A, Lawrence CR: **Water capture by a desert beetle**. Nature 2001, 414:33-34. [PubMed Abstract](#) | [Publisher Full Text](#) [OpenURL](#)

Seely MK, Lewis CJ, O'Brien KA, Suttle AE: **Fog response of tenebrionid beetles in the Namib Desert**. J Arid Environ 1983, 6:135-143. [OpenURL](#)

Martorell C, Ezcurra E: **The narrow-leaf syndrome: a functional and evolutionary approach to the form of fog-harvesting rosette plants**. Oecologia 2007, 151:561-573. [PubMed Abstract](#) | [Publisher Full Text](#) [OpenURL](#)

Nobel PS: **Physicochemical and environmental plant physiology**. San Diego: Academic; 1988. [OpenURL](#)

Welty JR, Wicks CE, Wilson RE: **Fundamentals of momentum, heat, and mass transfer**. 3rd edition. New York: Wiley; 1984. [OpenURL](#)

### b.3 Teses, dissertações e seminários

Parra, Paulo - **Design simbiótico: cultura projectual, sistemas biológicos e sistemas tecnológicos**. Tese de doutoramento design de equipamento - Belas-Artes. Repositório da universidade de Lisboa, 2008.

Secca Ruivo, Maria Inês - **Design para o futuro: o indivíduo entre o artifício e a natureza**. Tese de doutoramento design. Repositório institucional da universidade de Aveiro, 2008.

Almeida, Victor Manuel - **O design em Portugal: um tempo e um modo**. Tese de doutoramento design de comunicação - Belas-Artes. Repositório da universidade de Lisboa, 2009.

. . .

Soares, Marina Ribeiro - **Biomimetismo e ecodesign: desenvolvimento de uma ferramenta criativa de apoio ao design de produtos sustentáveis**. Dissertação de mestrado em engenharia do ambiente. Universidade Nova de Lisboa, faculdade de ciências e tecnologia, 2008.

Maia, Pedro Bandeira - **A inspiração biológica no design de produto: um novo paradigma de projecto, produção, consumo e fim de vida**. Dissertação de mestrado em comunicação estética. Escola universitária das artes de Coimbra, 2009.

Santos, Jaques Julião - **Biomimetismo: como imitar a natureza na arquitectura**. Dissertação de mestrado em arquitectura. Biblioteca do instituto superior técnico de Lisboa, 2009.

Versos, Carlos - **Design biótico: a natureza como inspiração criativa**. Dissertação de mestrado em design industrial. Repositório da universidade da Beira Interior - Covilhã, 2010.

Gouveia, André Tiago - **Brifing innovation: metodologia para inovação de produto**. Dissertação de mestrado em design de produto - Belas-Artes. Repositório da universidade de Lisboa, 2010.

Rodrigues, Ivo Oliveira - **Ortodesign: redesign de ortótese para paralisia do nervo radial**. Dissertação de mestrado em design de produto - Belas-Artes. Repositório da universidade de Lisboa, 2012.

Rocha, João Pedro - **Pedagogia: um agente de design**. Dissertação de mestrado em design de produto - Belas-Artes. Repositório da universidade de Lisboa, 2014.

Pereira, Vitor Hugo - **Desperdício e design: (re)aproveitamento e reutilização do desperdício do couro na indústria do calçado**. Dissertação de mestrado em design industrial e de produto. Faculdade de Belas-Artes e faculdade de engenharia da universidade do Porto, 2015.

. . .

André Gouveia - **Design Thinking: inovação através do design**. Seminário no mestrado de design de equipamento na FBAUL. Janeiro de 2014.

José Viana - **O design orgânico**. Abstract do seminário no mestrado de design de equipamento na FBAUL. Janeiro de 2014.

## b.4 Revistas, artigos e documentos online

Bartolo, C. - **Bionics: natural development in design**. Domus nº 818: setembro 1999. p. 49.

Fiell, P. - **Entrevista a Ross Lovegrove**. Domus nº 818: setembro 1999. p. 70.

Georgia Tech Research News - **Natural solutions: scientists and engineers collaborate to apply nature's design to human problems**.

Disponível em: <<http://gtresearchnews.gatech.edu/newsrelease/cbid.htm>> · Última consulta: junho de 2014.

Entrevista de Cátia Simões a Tom Kelley para o Jornal Económico - **Design tem sido um elemento de viragem na estratégia das empresas**. Data do artigo: 29/05/2011. Disponível em: <[http://economico.sapo.pt/noticias/design-tem-sido-um-elemento-de-viragem-na-estrategia-de-empresas\\_119018.html](http://economico.sapo.pt/noticias/design-tem-sido-um-elemento-de-viragem-na-estrategia-de-empresas_119018.html)> · Última consulta: 23-04-2014

Revista National Geographic Portugal - **Darwin estava enganado?** Edição de Novembro de 2004.

Revista National Geographic USA - **Population 7 Billion**. Edição de Janeiro de 2011.

Revista National Geographic Portugal - **Como alimentar 9 mil milhões**. Edição de Maio de 2014.

Revista Moeda - **Nº2**. Lisboa: 2012. · Revista Moeda - **Nº4**. Lisboa: 2013.

Stanford: **Center for Conservation Biology**.

Disponível em: <<http://news.stanford.edu/news/2008/august20/savebio-082008.html>> · Última consulta: 21-01-2016

Jornal online “a Terra - Brasil” - **Fim do mundo: a sexta extinção**.

Disponível em: <<http://www.terra.com.br/noticias/infograficos/extincao-massa/>> · Última consulta: 21-01-2016

Banco de Portugal - **Português: moeda de prestígio internacional**. Disponível em: <<https://www.bportugal.pt/pt-PT/PublicacoesIntervencoes/Banco/Paginas/Monografias.aspx?pagenr=2>> · Última consulta: 21-01-2016

Forbes online - **Lista de milionários**. Disponível em: <<http://www.forbes.com/billionaires/>> · Última consulta: 21-01-2016

**Agenda 21**: Disponível em: <<https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/Agenda21.pdf>> · Última consulta: 21-01-2016

Proceedings of the National Academy of Sciences - **documentários online**.

Disponível em: <<http://www.pnas.org/content/by/year>> · Última consulta: 21-01-2016

Revista Harvard business review: **design thinking by Tim Brown**. Edição de junho de 2008.

Disponível em: <<https://hbr.org/2008/06/design-thinking#>> · Última consulta: 28-01-2016

Luigi Colani: designing tomorrow (1978); Luigi Colani: for a brighter tomorrow (1981) e **Luigi Colani: biodesign of tomorrow** (1984).

Disponível em: <[http://www.usjt.br/arq.urb/numero\\_05/arqurb5\\_08\\_artigo\\_eduardo\\_dias.pdf](http://www.usjt.br/arq.urb/numero_05/arqurb5_08_artigo_eduardo_dias.pdf)> · Última consulta: 28-01-2016

Fontes digitais e iconográficas



## f.1 Índice videográfico

### Capítulo 1 | a “natureza” humana · design para a sustentabilidade e inovação social

2006 Al Gore - **Uma verdade inconveniente.**

Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=X3wry4u9eFA&list=PLEFFsWi75F6ACcwsCIuy8Qp0b2KCHnb5>>

2010 **The light bulb conspiracy: planned obsolescence.** Disponível em: <<https://vimeo.com/44111988>>

2013 Grandes momentos da ciência e tecnologia - **James Watt e a máquina a vapor.**

Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=CfZ2bnqFS88>>

2013 Animação de Steve Cutts - **Man.** Disponível em: <<http://www.stevecutts.com/>>

2014 **Cowspiracy: the sustainability secret.** Disponível em: <<http://www.cowspiracy.com/>>

2015 Canal História - **Objectos Unidos da América.** Série televisiva. Disponível em: <<http://canalhistoria.pt/>> · <<http://news.cision.com/pt/canal-historia/r/historia-estreia-em-exclusivo-objetos-unidos-da-america,c635521887070000000>>

2015 TED Talk - **Amory Lovins: um plano energético a 40 anos.**

Disponível em: <[https://www.ted.com/talks/amory\\_lovins\\_a\\_50\\_year\\_plan\\_for\\_energy?language=pt](https://www.ted.com/talks/amory_lovins_a_50_year_plan_for_energy?language=pt)>

### Capítulo 2 | biomimésis · lições de design a partir da natureza

2005 TED Talk - **Robert Full: the sticky wonder of gecko feet.**

Disponível em: <[http://www.ted.com/talks/robert\\_full\\_on\\_animal\\_movement](http://www.ted.com/talks/robert_full_on_animal_movement)>

2005 TED Talk - **Janine Benyus: biomimicry's surprising lessons from nature's engineers.**

Disponível em: <[https://www.ted.com/talks/janine\\_benyus\\_shares\\_nature\\_s\\_designs](https://www.ted.com/talks/janine_benyus_shares_nature_s_designs)>

2005 TED Talk - **Ross Lovegrove: organic design, inspired by nature.**

Disponível em: <[https://www.ted.com/talks/ross\\_lovegrove\\_shares\\_organic\\_designs](https://www.ted.com/talks/ross_lovegrove_shares_organic_designs)>

2007 TED Talk - **David Gallo: underwater astonishments.**

Disponível em: <[http://www.ted.com/talks/david\\_gallo\\_shows\\_underwater\\_astonishments](http://www.ted.com/talks/david_gallo_shows_underwater_astonishments)>

2007 TED Talk - **Philippe Starck: design and destiny.** Disponível em: <[https://www.ted.com/talks/philippe\\_starck\\_thinks\\_deep\\_on\\_design#t-68925](https://www.ted.com/talks/philippe_starck_thinks_deep_on_design#t-68925)>

2008 TED Talk - **Tim Brown: tales of creativity and play.**

Disponível em: <[https://www.ted.com/talks/tim\\_brown\\_on\\_creativity\\_and\\_play](https://www.ted.com/talks/tim_brown_on_creativity_and_play)>

2009 TED Talk - **Tim Brown: designers think big!**

Disponível em: <[https://www.ted.com/talks/tim\\_brown\\_urges\\_designers\\_to\\_think\\_big](https://www.ted.com/talks/tim_brown_urges_designers_to_think_big)>

2009 TED Talk - **Janine Benyus: biomimicry in action.**

Disponível em: <[https://www.ted.com/talks/janine\\_benyus\\_biomimicry\\_in\\_action](https://www.ted.com/talks/janine_benyus_biomimicry_in_action)>

2010 Dayna Baumeister - **Nature as industry: the Role of biomimicry in the new green economy.**

Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=HJ6B-SzFGhQ>>



2012 Dayna Baumeister - **Introducing biomimicry 3.8.**

Disponível em: <<http://www.sustainabilityleadersnetwork.org/fellows/dayna-baumeister/>>

2014 TED Talk - **Hugh Herr: the new bionics that let us run, climb and dance.**

Disponível em: <[https://www.ted.com/talks/hugh\\_herr\\_the\\_new\\_bionics\\_that\\_let\\_us\\_run\\_climb\\_and\\_dance](https://www.ted.com/talks/hugh_herr_the_new_bionics_that_let_us_run_climb_and_dance)>

2015 TED Talk - **Kristen Marhaver: how we're growing baby corals to rebuild reefs.**

Disponível em: <[https://www.ted.com/talks/kristen\\_marhaver\\_how\\_we\\_re\\_growing\\_baby\\_corals\\_to\\_rebuild\\_reefs](https://www.ted.com/talks/kristen_marhaver_how_we_re_growing_baby_corals_to_rebuild_reefs)>

2015 TED Talk - **Carl Safina: what are animals thinking and feeling?**

Disponível em: <[https://www.ted.com/talks/carl\\_safina\\_what\\_are\\_animals\\_thinking\\_and\\_feeling](https://www.ted.com/talks/carl_safina_what_are_animals_thinking_and_feeling)>

### Capítulo 3 | projecto orvalhinho · possível solução para captação de água através da biodinâmica

2004 TED Talk - **Sheila Patek: the shrimp with a kick!**

Disponível em: <[http://www.ted.com/talks/sheila\\_patek\\_clocks\\_the\\_fastest\\_animals](http://www.ted.com/talks/sheila_patek_clocks_the_fastest_animals)>

2010 TED Talk - **Antonio Donato Nobre: the magic of the Amazon.** Disponível em: <[https://www.ted.com/talks/antonio\\_donato\\_nobre\\_the\\_magic\\_of\\_the\\_amazon\\_a\\_river\\_that\\_flows\\_invisibly\\_all\\_around\\_us](https://www.ted.com/talks/antonio_donato_nobre_the_magic_of_the_amazon_a_river_that_flows_invisibly_all_around_us)>

2015 TED Talk 2015 - **Neri Oxman: design at the intersection of technology and biology.**

Disponível em: <[https://www.ted.com/talks/neri\\_oxman\\_design\\_at\\_the\\_intersection\\_of\\_technology\\_and\\_biology#t-483844](https://www.ted.com/talks/neri_oxman_design_at_the_intersection_of_technology_and_biology#t-483844)>

BBC vida selvagem - **Besouro do deserto da Namíbia.**

Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=poESZ6oDI1o>>

NDB Nano - **Gel hidrófilo.** Disponível em: <<http://www.nbdnano.com/patterned-wettability.html>>

FCB mayo - **Water potable generator.** Disponível em: <<http://pe.fcbmayo.com/?portfolio=potable-water-generator>>

FCB mayo - **Air huerta.** Disponível em: <<http://pe.fcbmayo.com/?portfolio=airhuerta>>

MIT technology - **Mesh water colector.**

Disponível em: <<http://news.mit.edu/2013/how-to-get-fresh-water-out-of-thin-air-0830>>

Kristof Retezár - **Fontus.** Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=GeyHuWNUO7k>>

## f.2 Índice digital de notas-roda-pé

Pág

9	Capítulo 1   a “natureza” humana · design para a sustentabilidade e inovação social
12	11 · < <a href="http://pt.wikipedia.org/wiki/Carleton_S._Coon">http://pt.wikipedia.org/wiki/Carleton_S._Coon</a> > 12 · < <a href="https://en.wikipedia.org/wiki/Paleolithic">https://en.wikipedia.org/wiki/Paleolithic</a> > 14 · < <a href="https://en.wikipedia.org/wiki/Terracotta">https://en.wikipedia.org/wiki/Terracotta</a> > 15 · < <a href="http://www.mzm.cz/">http://www.mzm.cz/</a> > · Estatueta de Vénus de Dolní Vestonice>
13	18 · < <a href="https://en.wikipedia.org/wiki/Mesopotamia">https://en.wikipedia.org/wiki/Mesopotamia</a> > 19 · < <a href="https://en.wikipedia.org/wiki/Egyptian_hieroglyphs">https://en.wikipedia.org/wiki/Egyptian_hieroglyphs</a> >
14	21 · < <a href="http://www.nationalgeographic.pt/">http://www.nationalgeographic.pt/</a> > 23 · < <a href="http://en.wikipedia.org/wiki/Ecological_footprint">http://en.wikipedia.org/wiki/Ecological_footprint</a> > 24 · < <a href="http://www.nationalgeographic.pt/">http://www.nationalgeographic.pt/</a> > 25 · < <a href="https://en.wikipedia.org/wiki/Charles_Darwin">https://en.wikipedia.org/wiki/Charles_Darwin</a> >
15	26 · < <a href="https://en.wikipedia.org/wiki/Paleontology">https://en.wikipedia.org/wiki/Paleontology</a> > 27 · < <a href="http://www.terra.com.br/noticias/infograficos/extincao-massa/">http://www.terra.com.br/noticias/infograficos/extincao-massa/</a> > 28 · < <a href="http://en.wikipedia.org/wiki/E._O._Wilson">http://en.wikipedia.org/wiki/E._O._Wilson</a> > 30 · < <a href="http://www.bbc.co.uk/portuguese/noticias/11/08/110824_especies_numero_pesquisa_rw.shtml">http://www.bbc.co.uk/portuguese/noticias/11/08/110824_especies_numero_pesquisa_rw.shtml</a> > 31 · < <a href="http://www.iucn.org/">http://www.iucn.org/</a> > 32 · < <a href="http://www.nationalgeographic.pt/">http://www.nationalgeographic.pt/</a> > 33 · < <a href="http://www.pnas.org/">http://www.pnas.org/</a> > 34 · < <a href="http://news.stanford.edu/news/2008/august20/savebio-082008.html">http://news.stanford.edu/news/2008/august20/savebio-082008.html</a> >
16	35 · < <a href="http://en.wikipedia.org/wiki/Homo_sapiens">http://en.wikipedia.org/wiki/Homo_sapiens</a> > 36 · < <a href="http://en.wikipedia.org/wiki/James_Watt">http://en.wikipedia.org/wiki/James_Watt</a> > · < <a href="https://www.youtube.com/watch?v=CfZ2bnqFS88">https://www.youtube.com/watch?v=CfZ2bnqFS88</a> > 41 · < <a href="http://www.bportugal.pt/pt-PT/Paginas/inicio.aspx">http://www.bportugal.pt/pt-PT/Paginas/inicio.aspx</a> >
19	44 · < <a href="http://en.wikipedia.org/wiki/Henry_Ford">http://en.wikipedia.org/wiki/Henry_Ford</a> > 46 · < <a href="http://en.wikipedia.org/wiki/Winston_Churchill">http://en.wikipedia.org/wiki/Winston_Churchill</a> >
20	47 · < <a href="http://en.wikipedia.org/wiki/J._P._Morgan">http://en.wikipedia.org/wiki/J._P._Morgan</a> > · < <a href="http://www.jpmorgan.com">www.jpmorgan.com</a> > · < <a href="https://www.jpmorgan.com/pages/jpmorgan">https://www.jpmorgan.com/pages/jpmorgan</a> > 48 · < <a href="http://canalhistoria.pt/">http://canalhistoria.pt/</a> > · < <a href="http://news.cision.com/pt/canal-historia/r/historia-es-treia-em-exclusivo-objetos-unidos-da-america,c635521887070000000">http://news.cision.com/pt/canal-historia/r/historia-es-treia-em-exclusivo-objetos-unidos-da-america,c635521887070000000</a> > 49 · < <a href="https://en.wikipedia.org/wiki/Monopoly">https://en.wikipedia.org/wiki/Monopoly</a> >
22	50 · < <a href="http://en.wikipedia.org/wiki/Andrew_Carnegie">http://en.wikipedia.org/wiki/Andrew_Carnegie</a> > 52 · < <a href="http://www.stevecutts.com/">http://www.stevecutts.com/</a> >
23	55 · < <a href="https://en.wikipedia.org/wiki/Marketing">https://en.wikipedia.org/wiki/Marketing</a> > 56 · < <a href="https://en.wikipedia.org/wiki/September_11_attacks">https://en.wikipedia.org/wiki/September_11_attacks</a> > 57 · < <a href="https://en.wikipedia.org/wiki/George_W._Bush">https://en.wikipedia.org/wiki/George_W._Bush</a> >
24	58 · < <a href="https://en.wikipedia.org/wiki/Subprime_lending">https://en.wikipedia.org/wiki/Subprime_lending</a> > 59 · < <a href="https://en.wikipedia.org/wiki/Lehman_Brothers">https://en.wikipedia.org/wiki/Lehman_Brothers</a> > 60 · < <a href="http://www.forbes.com/sites/shelisrael/2012/06/21/future-shock-why-alvin-toffler-was-wrong/">http://www.forbes.com/sites/shelisrael/2012/06/21/future-shock-why-alvin-toffler-was-wrong/</a> > 62 · < <a href="https://en.wikipedia.org/wiki/Bill_Gates">https://en.wikipedia.org/wiki/Bill_Gates</a> > · < <a href="https://en.wikipedia.org/wiki/Microsoft">https://en.wikipedia.org/wiki/Microsoft</a> > · < <a href="http://www.forbes.com/billionaires/">http://www.forbes.com/billionaires/</a> > 63 · < <a href="https://en.wikipedia.org/wiki/Steve_Jobs">https://en.wikipedia.org/wiki/Steve_Jobs</a> >
25	64 · < <a href="http://en.wikipedia.org/wiki/Richard_Manning">http://en.wikipedia.org/wiki/Richard_Manning</a> > 66 · < <a href="http://en.wikipedia.org/wiki/Janine_Benyus">http://en.wikipedia.org/wiki/Janine_Benyus</a> > · < <a href="http://newwest.net/topic/article/biomimicry_janine_benyus_honored_by_time_magazine/C38/L38/">http://newwest.net/topic/article/biomimicry_janine_benyus_honored_by_time_magazine/C38/L38/</a> > · < <a href="http://time.com/">http://time.com/</a> >

26 68 · <[https://en.wikipedia.org/wiki/Gross\\_domestic\\_product](https://en.wikipedia.org/wiki/Gross_domestic_product)>  
69 · <[https://en.wikipedia.org/wiki/Giles\\_Slade](https://en.wikipedia.org/wiki/Giles_Slade)>  
27 71 · <[http://en.wikipedia.org/wiki/Vance\\_Packard](http://en.wikipedia.org/wiki/Vance_Packard)>  
73 · <[https://en.wikipedia.org/wiki/Peter\\_Menzel](https://en.wikipedia.org/wiki/Peter_Menzel)> · <<http://www.menzelphoto.com/>>  
28 75 · <<https://www.ideo.com/people/tim-brown>> · <[http://www.ideo.com/images/uploads/news/pdfs/Lessons\\_from\\_innovations\\_front\\_lines\\_1.pdf](http://www.ideo.com/images/uploads/news/pdfs/Lessons_from_innovations_front_lines_1.pdf)>  
76 · <<http://biomimicry.org/>> · <<http://biomimicry.net/about/biomimicry/biomimicry-designlens/biomimicry-thinking/>>  
79 · <[http://en.wikipedia.org/wiki/Victor\\_Papanek](http://en.wikipedia.org/wiki/Victor_Papanek)>  
81 · <[http://www.pnas.org/content/105/Supplement\\_1/11579.full.pdf](http://www.pnas.org/content/105/Supplement_1/11579.full.pdf)>  
30 83 · <<http://www.vespaclubportugal.pt/>> · <<http://www.vespa.pt/>>  
84 · <[https://en.wikipedia.org/wiki/Axis\\_powers](https://en.wikipedia.org/wiki/Axis_powers)>  
85 · <[https://en.wikipedia.org/wiki/Allies\\_of\\_World\\_War\\_II](https://en.wikipedia.org/wiki/Allies_of_World_War_II)>  
89 · <[http://en.wikipedia.org/wiki/William\\_McDonough](http://en.wikipedia.org/wiki/William_McDonough)>  
90 · <[http://en.wikipedia.org/wiki/Michael\\_Braungart](http://en.wikipedia.org/wiki/Michael_Braungart)>  
31 92 · <<https://en.wikipedia.org/wiki/Polyester>>  
93 · <<http://en.wikipedia.org/wiki/Downcycling>>  
96 · <[http://en.wikipedia.org/wiki/Active\\_Disassembly](http://en.wikipedia.org/wiki/Active_Disassembly)>  
32 99 · <<http://www.nike.com>> · <[http://pt.wikipedia.org/wiki/Nike\\_Inc.](http://pt.wikipedia.org/wiki/Nike_Inc.)> · <<http://www.forbes.com/powerful-brands/list/#tab:rank>>  
100 · <[http://www.dn.pt/desporto/selecao/interior.aspx?content\\_id=1505701](http://www.dn.pt/desporto/selecao/interior.aspx?content_id=1505701)>  
34 104 · <[http://pt.wikipedia.org/wiki/Steven\\_Johnson](http://pt.wikipedia.org/wiki/Steven_Johnson)> · <<http://www.prospectmagazine.co.uk/>>  
105 · <[https://pt.wikipedia.org/wiki/Edward\\_Osborne\\_Wilson](https://pt.wikipedia.org/wiki/Edward_Osborne_Wilson)>  
106 · <<http://pt.wikipedia.org/wiki/Biodiversidade>>  
35 111 · <<https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/Agenda21.pdf>>  
112 · <<http://www.aiche.org/bio/dr-joseph-fiksel>>  
114 · <<https://en.wikipedia.org/wiki/Ecodesign>>  
37 117 · <<http://www.hup.harvard.edu/catalog.php?isbn=9780674002357>>  
120 · <[https://en.wikipedia.org/wiki/Fritjof\\_Capra](https://en.wikipedia.org/wiki/Fritjof_Capra)> · <<http://www.fritjofcapra.net/>>  
39 122 · <[https://en.wikipedia.org/wiki/Sim\\_Van\\_der\\_Ryn](https://en.wikipedia.org/wiki/Sim_Van_der_Ryn)>  
125 · <[http://pt.wikipedia.org/wiki/Ludwig\\_Mies\\_van\\_der\\_Rohe](http://pt.wikipedia.org/wiki/Ludwig_Mies_van_der_Rohe)>  
126 · <[http://pt.wikipedia.org/wiki/Dieter\\_Rams](http://pt.wikipedia.org/wiki/Dieter_Rams)>  
128 · <[https://en.wikipedia.org/wiki/Philippe\\_Starck](https://en.wikipedia.org/wiki/Philippe_Starck)> · <<http://www.starck.com/>>  
40 129 · <<http://www.fuad-luke.com/>>  
133 · <[https://en.wikipedia.org/wiki/Jason\\_F\\_McLennan](https://en.wikipedia.org/wiki/Jason_F_McLennan)> · <<http://www.jasonmclennan.com/>>  
41 138 · <<http://www.amazon.com/Sustainability-Design-Ethics-Tom-Russ/dp/1439808546>>  
139 · <[https://en.wikipedia.org/wiki/Ross\\_Lovegrove](https://en.wikipedia.org/wiki/Ross_Lovegrove)> · <<http://www.rosslovegrove.com/>>  
140 · <<http://ecodesign.lboro.ac.uk/index.php?section=124>>  
141 · <<http://studio.droog.com/studio/>>  
42 142/143 · <<http://www.cowspiracy.com/>> · <[https://pt.wikipedia.org/wiki/An\\_Inconvenient\\_Truth](https://pt.wikipedia.org/wiki/An_Inconvenient_Truth)>  
144 · <<http://www.europarl.europa.eu/news/pt/news-room/20110429FCS18372/7/Transfer%C3%A2ncia-de-res%C3%ADduos-t%C3%B3xicos-para-pa%C3%ADses-em-desenvolvimento>>  
145 · <<http://www.droog.com/droog/>>  
147 · <[https://en.wikipedia.org/wiki/Tom\\_Dixon\\_%28industrial\\_designer%29](https://en.wikipedia.org/wiki/Tom_Dixon_%28industrial_designer%29)> · <<http://www.tomdixon.net/eu/>>  
44 149 · <[https://pt.wikipedia.org/wiki/Cidade\\_do\\_M%C3%A9xico](https://pt.wikipedia.org/wiki/Cidade_do_M%C3%A9xico)>  
150 · <<https://pt.wikipedia.org/wiki/Glut%C3%A3o>> · <[http://www.prosolve370e.com/intro\\_description.htm](http://www.prosolve370e.com/intro_description.htm)> · <<http://www.lgmstudio.com/index.php?reciente/hospital-gea>>

## 47 Capítulo 2 | biomimésis · lições de design a partir da natureza

- 50 153 · <<http://biomimicry.net/about/>>  
158 · <<https://es.wikipedia.org/wiki/Guaran%C3%ADes>>  
159 · <[https://en.wikipedia.org/wiki/Amazon\\_rainforest](https://en.wikipedia.org/wiki/Amazon_rainforest)>  
51 161 · <<https://pt.wikipedia.org/wiki/Pontilhismo>>  
52 165 · <<http://www.degois.pt/visualizador/curriculum.jsp?key=1446991028664075>>  
166 · <[https://en.wikipedia.org/wiki/John\\_George\\_Wood](https://en.wikipedia.org/wiki/John_George_Wood)>  
169 · <[https://en.wikipedia.org/wiki/Raoul\\_Heinrich\\_Franc%C3%A9](https://en.wikipedia.org/wiki/Raoul_Heinrich_Franc%C3%A9)>  
53 170 · <[https://en.wikipedia.org/wiki/Otto\\_Schmitt](https://en.wikipedia.org/wiki/Otto_Schmitt)> · <<http://www.ece.umn.edu/users/schmitt/>>  
55 187 · <[https://en.wikipedia.org/wiki/Luigi\\_Colani](https://en.wikipedia.org/wiki/Luigi_Colani)>  
189 · <<http://biomimicry.net/about/our-people/founders/dayna-baumeister-phd/>>  
56 190 · <<http://biomimicry.net>>  
191 · <<http://biomimicry.net/about/>>  
193 · <<https://en.wikipedia.org/wiki/Blueprint>>  
198 · <<https://en.wikipedia.org/wiki/Emulation>>  
58 201 · <<https://richarddawkins.net/>> · <<http://www.companhiadasletras.com.br/autor.php?codigo=00563>>  
203 · <<http://www.uts.edu.au/staff/jonathan.webb>> · <[http://sydney.edu.au/science/biology/shine/people/profiles\\_s-taff/webb\\_jonathan.shtml](http://sydney.edu.au/science/biology/shine/people/profiles_s-taff/webb_jonathan.shtml)>  
204 · <[https://en.wikipedia.org/wiki/Tiger\\_quoll](https://en.wikipedia.org/wiki/Tiger_quoll)>  
205 · <[https://en.wikipedia.org/wiki/Cane\\_toad](https://en.wikipedia.org/wiki/Cane_toad)>  
59 206 · <[https://en.wikipedia.org/wiki/Cane\\_beetle](https://en.wikipedia.org/wiki/Cane_beetle)>  
207 · <<http://www.abc.net.au/science/articles/2010/07/09/2949145.htm?site=science/drkarl&topic=latest>> · <<http://g1.globo.com/Noticias/Ciencia/0,,MUL1569466-5603,00.html>>  
62 211 · <<http://en.wikipedia.org/wiki/Amoeba>>  
63 217 · <[http://pt.wikipedia.org/wiki/Engenharia\\_reversa](http://pt.wikipedia.org/wiki/Engenharia_reversa)>  
218 · <<http://www.biology.gatech.edu/people/marc-weissburg>>  
219 · <[http://www.cbid.gatech.edu/biomimicry\\_defined.html](http://www.cbid.gatech.edu/biomimicry_defined.html)>  
69 234 · <<https://www.ideo.com/people/tim-brown>>  
235 · <[https://www.ted.com/talks/tim\\_brown\\_urges\\_designers\\_to\\_think\\_big](https://www.ted.com/talks/tim_brown_urges_designers_to_think_big)>  
70 238 · <<https://www.ideo.com/>>  
242 · <<https://www.ideo.com/people/bill-moggridge>>  
245 · <<http://www.fastcodesign.com/user/thomas-lockwood>>  
71 250 · <<https://hbr.org/2008/06/design-thinking#>>  
75 257 · <<http://www.significados.com.br/know-how/>>  
258 · <[https://en.wikipedia.org/wiki/Stakeholder\\_analysis](https://en.wikipedia.org/wiki/Stakeholder_analysis)>  
259 · <[https://en.wikipedia.org/wiki/SWOT\\_analysis](https://en.wikipedia.org/wiki/SWOT_analysis)>  
76 260 · <<https://trello.com/>>  
261 · <<https://pt.linkedin.com/>>  
262 · <<https://www.behance.net/>>  
263 · <<https://www.pinterest.com/>>

81	Capítulo 3   projecto orvalhinho · possível solução para captação de água através da biodinâmica
84	266 · < <a href="http://www.who.int/en/">http://www.who.int/en/</a> >
	267 · < <a href="http://www.who.int/gho/mdg/environmental_sustainability/en/">http://www.who.int/gho/mdg/environmental_sustainability/en/</a> >
	268 · < <a href="https://en.wikipedia.org/wiki/G-20_major_economies">https://en.wikipedia.org/wiki/G-20_major_economies</a> >
85	269 · < <a href="http://www.who.int/water_sanitation_health/en/">http://www.who.int/water_sanitation_health/en/</a> >
	270 · < <a href="http://www.who.int/water_sanitation_health/publications/wash-and-ntd-strategy/en/">http://www.who.int/water_sanitation_health/publications/wash-and-ntd-strategy/en/</a> >
86	271 · < <a href="http://news.nationalgeographic.com/news/2014/07/140715-ocean-plastic-debris-trash-pacific-garbage-patch/">http://news.nationalgeographic.com/news/2014/07/140715-ocean-plastic-debris-trash-pacific-garbage-patch/</a> >
87	274 · < <a href="http://www.ddb.com/">http://www.ddb.com/</a> >
	275 · < <a href="http://waterislife.com/">http://waterislife.com/</a> > · < <a href="http://pagedrinkingpaper.com">http://pagedrinkingpaper.com</a> >
	276 · < <a href="https://www.indiegogo.com/">https://www.indiegogo.com/</a> >
89	277 · < <a href="http://www.architectureandvision.com/warkawater/">http://www.architectureandvision.com/warkawater/</a> >
92	278 · < <a href="http://www.dn.pt/ciencia/tecnologia/interior/cientistas-criam-garrafa-de-agua-que-se-enche-sozinha-2909710.htm">http://www.dn.pt/ciencia/tecnologia/interior/cientistas-criam-garrafa-de-agua-que-se-enche-sozinha-2909710.htm</a> >
	279 · < <a href="http://www.bbc.com/mundo/noticias/2012/11/121124_tecnologia_botella_auto_rellenable_aa">http://www.bbc.com/mundo/noticias/2012/11/121124_tecnologia_botella_auto_rellenable_aa</a> >
	280 · < <a href="http://www.nbdnano.com/patterned-wettability.html">http://www.nbdnano.com/patterned-wettability.html</a> >
93	281 · < <a href="https://en.wikipedia.org/wiki/Andes">https://en.wikipedia.org/wiki/Andes</a> >
	282 · < <a href="http://pe.fcbmayo.com/?portfolio=potable-water-generator">http://pe.fcbmayo.com/?portfolio=potable-water-generator</a> >
	283 · < <a href="http://pe.fcbmayo.com/?portfolio=airhuerta">http://pe.fcbmayo.com/?portfolio=airhuerta</a> >
94	284 · < <a href="http://web.mit.edu/">http://web.mit.edu/</a> > · < <a href="https://www.nasa.gov/">https://www.nasa.gov/</a> >
	285 · < <a href="http://news.mit.edu/2013/how-to-get-fresh-water-out-of-thin-air-0830">http://news.mit.edu/2013/how-to-get-fresh-water-out-of-thin-air-0830</a> >
	286 · < <a href="https://en.wikipedia.org/wiki/Hysteresis">https://en.wikipedia.org/wiki/Hysteresis</a> >
	287 · < <a href="http://news.mit.edu/2013/how-to-get-fresh-water-out-of-thin-air-0830">http://news.mit.edu/2013/how-to-get-fresh-water-out-of-thin-air-0830</a> >
95	288 · < <a href="http://news.mit.edu/2013/how-to-get-fresh-water-out-of-thin-air-0830">http://news.mit.edu/2013/how-to-get-fresh-water-out-of-thin-air-0830</a> >
	289 · < <a href="https://en.wikipedia.org/wiki/Camanchaca">https://en.wikipedia.org/wiki/Camanchaca</a> >
	290 · < <a href="http://news.mit.edu/2013/how-to-get-fresh-water-out-of-thin-air-0830">http://news.mit.edu/2013/how-to-get-fresh-water-out-of-thin-air-0830</a> >
96	291 · < <a href="https://www.youtube.com/watch?v=IPM8OR6W6WE">https://www.youtube.com/watch?v=IPM8OR6W6WE</a> >
	292 · < <a href="https://www.youtube.com/watch?v=UwoGsCAKsxU">https://www.youtube.com/watch?v=UwoGsCAKsxU</a> >
	293 · < <a href="https://en.wikipedia.org/wiki/Naming">https://en.wikipedia.org/wiki/Naming</a> >
97	294 · < <a href="http://issuu.com/retezar/docs/portfolio_issu">http://issuu.com/retezar/docs/portfolio_issu</a> > · < <a href="https://www.youtube.com/watch?v=GeyHuWNUO7k">https://www.youtube.com/watch?v=GeyHuWNUO7k</a> >
	295 · < <a href="http://www.designboom.com/technology/fontus-self-filling-bottle-water-10-25-2014/">http://www.designboom.com/technology/fontus-self-filling-bottle-water-10-25-2014/</a> >
101	296 · < <a href="https://en.wikipedia.org/wiki/Fluid_dynamics">https://en.wikipedia.org/wiki/Fluid_dynamics</a> >
	297 · < <a href="https://www.youtube.com/watch?v=poESZ6oDI1o">https://www.youtube.com/watch?v=poESZ6oDI1o</a> >
	298 · < <a href="https://en.wikipedia.org/wiki/BBC">https://en.wikipedia.org/wiki/BBC</a> >
102	299 · < <a href="http://www.frontiersinzoology.com/content/7/1/23">http://www.frontiersinzoology.com/content/7/1/23</a> >
	300 · < <a href="https://en.wikipedia.org/wiki/Elytron">https://en.wikipedia.org/wiki/Elytron</a> >
103	301 · < <a href="https://en.wikipedia.org/wiki/Scanning_electron_microscope">https://en.wikipedia.org/wiki/Scanning_electron_microscope</a> >
	302 · < <a href="http://www.luckyreptile.com/products/145/en/pid1,3\$pid2,3338\$pid3,7775575/products.html">http://www.luckyreptile.com/products/145/en/pid1,3\$pid2,3338\$pid3,7775575/products.html</a> >
	303 · < <a href="https://en.wikipedia.org/wiki/Ad_libitum">https://en.wikipedia.org/wiki/Ad_libitum</a> >
104	304 · < <a href="https://en.wikipedia.org/wiki/Kruskal%E2%80%93Wallis_one-way_analysis_of_variance">https://en.wikipedia.org/wiki/Kruskal%E2%80%93Wallis_one-way_analysis_of_variance</a> >
	305 · < <a href="https://en.wikipedia.org/wiki/Science_project">https://en.wikipedia.org/wiki/Science_project</a> >
110	306 · < <a href="http://www.aguaserradaestrela.pt/#/marca/homepage">http://www.aguaserradaestrela.pt/#/marca/homepage</a> >
	307 · < <a href="http://www.glaciar.pt/1/">http://www.glaciar.pt/1/</a> > · < <a href="http://www.cmjornal.xl.pt/nacional/economia/detalhe/agua-por-tuguesa-glaciar-reconhecida-como-uma-das-melhores-do-mundo.html">http://www.cmjornal.xl.pt/nacional/economia/detalhe/agua-por-tuguesa-glaciar-reconhecida-como-uma-das-melhores-do-mundo.html</a> >
	308 · < <a href="http://www.mundoeducacao.com/quimica/agua-chuva-potavel.html">http://www.mundoeducacao.com/quimica/agua-chuva-potavel.html</a> >



147	Anexos
149	310 · < <a href="https://en.wikipedia.org/wiki/Leonardo_da_Vinci">https://en.wikipedia.org/wiki/Leonardo_da_Vinci</a> >
150	313 · < <a href="https://www.qualcomm.com/">https://www.qualcomm.com/</a> > · < <a href="http://www.tecmundo.com.br/3690-mirasol-tecnologia-pre-tende-revolucionar-as-telas-de-leitores-digitais-e-tablets.htm">http://www.tecmundo.com.br/3690-mirasol-tecnologia-pre-tende-revolucionar-as-telas-de-leitores-digitais-e-tablets.htm</a> >
152	314 · < <a href="https://en.wikipedia.org/wiki/Wingtip_device">https://en.wikipedia.org/wiki/Wingtip_device</a> > 315 · < <a href="http://www.susanasoares.com/index.php?id=52">http://www.susanasoares.com/index.php?id=52</a> > 316 · < <a href="https://pt.wikipedia.org/wiki/Abelha-europeia">https://pt.wikipedia.org/wiki/Abelha-europeia</a> > 317 · < <a href="https://pt.wikipedia.org/wiki/Ivan_Pavlov">https://pt.wikipedia.org/wiki/Ivan_Pavlov</a> > 318 · < <a href="http://www.sustainabilityleadersnetwork.org/fellows/dayna-baumeister/">http://www.sustainabilityleadersnetwork.org/fellows/dayna-baumeister/</a> >
155	319 · < <a href="http://pt.wikipedia.org/wiki/Gerridae">http://pt.wikipedia.org/wiki/Gerridae</a> > 320 · < <a href="https://en.wikipedia.org/wiki/Aerogel">https://en.wikipedia.org/wiki/Aerogel</a> > 321 · < <a href="http://www.cienciahoje.pt/index.php?oid=53627&amp;op=all">http://www.cienciahoje.pt/index.php?oid=53627&amp;op=all</a> > 322 · < <a href="http://news.wisc.edu/22566">http://news.wisc.edu/22566</a> >
160	323 · < <a href="https://pt.wikipedia.org/wiki/Ftalato">https://pt.wikipedia.org/wiki/Ftalato</a> >
161	324 · < <a href="https://www.facebook.com/uniaozoofila/posts/582333041903941">https://www.facebook.com/uniaozoofila/posts/582333041903941</a> > 325 · < <a href="http://www.pet2life.com/op/image/?cb=44554&amp;h=12f16&amp;st=3">http://www.pet2life.com/op/image/?cb=44554&amp;h=12f16&amp;st=3</a> >
162	326 · < <a href="https://www.indiegogo.com/projects/bistro-a-smart-feeder-recognizes-your-cat-s-face#/">https://www.indiegogo.com/projects/bistro-a-smart-feeder-recognizes-your-cat-s-face#</a> >

### f.3 Índice iconográfico

Pág	
9	Capítulo 1   a “natureza” humana · design para a sustentabilidade e inovação social
12	F. 1 · gráfico da evolução do artefacto: <Poirier, Jean - História dos costumes: o homem e o objecto. Lisboa: Editorial Estampa, 1999. p. 25.>
13	F. 2 · biface: < <a href="http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/07/Bifaz_triangular.jpg">http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/07/Bifaz_triangular.jpg</a> > F. 3 · ponta de flecha: < <a href="http://loja.luizmenezes.com.br/media/catalog/product/-cache/1/image/9df78eab33525d08d6e5fb8d27136e95/o/b/obsidiana_ponta_de_flecha_120.jpg">http://loja.luizmenezes.com.br/media/catalog/product/-cache/1/image/9df78eab33525d08d6e5fb8d27136e95/o/b/obsidiana_ponta_de_flecha_120.jpg</a> >
14	F. 4 · martelo neolítico: < <a href="http://www.ahistoria.com.br/wp-content/uploads/historia-do-periodo-neolitico.jpg">http://www.ahistoria.com.br/wp-content/uploads/historia-do-periodo-neolitico.jpg</a> > F. 5 · vénus de Dolní Vestonice: < <a href="http://www.artribune.com/wp-content/uploads/2013/02/01172519_001.jpg">http://www.artribune.com/wp-content/uploads/2013/02/01172519_001.jpg</a> > F. 6 · gobleki tepe: < <a href="http://i0.wp.com/www.lamentiraestaahifuera.com/wp-content/uploads/2013/08/recinto-C-Gobekli-Tepe.jpg">http://i0.wp.com/www.lamentiraestaahifuera.com/wp-content/uploads/2013/08/recinto-C-Gobekli-Tepe.jpg</a> >
17	F. 7 · hieroglifos egípcios: < <a href="http://www.coladaweb.com/artes/arte-no-egito-antigo">http://www.coladaweb.com/artes/arte-no-egito-antigo</a> > F. 8 · cruz da ordem de cristo: < <a href="http://2.bp.blogspot.com/-1DSrnjiWmP4/VS-gC-No_qNI/AAAAAAAAAF4/gC3AWvn97jk/s1600/2000px-OrderOfCristCross.svg.png">http://2.bp.blogspot.com/-1DSrnjiWmP4/VS-gC-No_qNI/AAAAAAAAAF4/gC3AWvn97jk/s1600/2000px-OrderOfCristCross.svg.png</a> > F. 9 · moeda de ouro “o Português”: < <a href="http://www.numismatas.com/album/albums/userpics/10003/portugues~0.jpg">http://www.numismatas.com/album/albums/userpics/10003/portugues~0.jpg</a> >
18	F. 10 · caravela portuguesa: < <a href="http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/a/a2/Caravela_Vera_Cruz_no_rio_Tejo.jpg/600px-Caravela_Vera_Cruz_no_rio_Tejo.jpg">http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/a/a2/Caravela_Vera_Cruz_no_rio_Tejo.jpg/600px-Caravela_Vera_Cruz_no_rio_Tejo.jpg</a> > F. 11 · mapa da baixa pombalina: < <a href="http://4.bp.blogspot.com/-MIDmopNncjU/VCBCb2nX-5zI/AAAAAAAK20/cEfh42LxgGI/s1600/1-Baixa%2BPombalina.jpg">http://4.bp.blogspot.com/-MIDmopNncjU/VCBCb2nX-5zI/AAAAAAAK20/cEfh42LxgGI/s1600/1-Baixa%2BPombalina.jpg</a> > F. 12 · thomas Edison: < <a href="http://img845.imageshack.us/img845/6275/thomasedisonlightbulb.jpg">http://img845.imageshack.us/img845/6275/thomasedisonlightbulb.jpg</a> > F. 13 · máquina a vapor: < <a href="http://www.osetoreletrico.com.br/web/images/stories/maquina_vapor_istock_000011006650medium_senorcampesino.jpg">http://www.osetoreletrico.com.br/web/images/stories/maquina_vapor_istock_000011006650medium_senorcampesino.jpg</a> >
21	F. 14 · henry Ford company logo: < <a href="http://www.imeimage.com/ford-motor-logo">http://www.imeimage.com/ford-motor-logo</a> > F. 15 · linha de montagem do chassi do Modelo T: < <a href="http://www.trbimg.com/img-5252da9d/turbine/-la-fi-hy-ford-assembly-line-100th-anniversary-20131007">http://www.trbimg.com/img-5252da9d/turbine/-la-fi-hy-ford-assembly-line-100th-anniversary-20131007</a> > F. 16 · henry Ford assemblagem: < <a href="http://f.tqn.com/y/history1900s/1/W/d/I/1/fordassemblyline.jpg">http://f.tqn.com/y/history1900s/1/W/d/I/1/fordassemblyline.jpg</a> > F. 17 · Expedição do Modelo T: < <a href="http://s3.amazonaws.com/media.wbur.org/wordpress/11/files/2013/10/1016_modelT_assembly.jpg">http://s3.amazonaws.com/media.wbur.org/wordpress/11/files/2013/10/1016_modelT_assembly.jpg</a> > F. 18 · henry Ford: < <a href="http://myautoworld.com/ford/history/ford-t/ford-t-2/ford-t-3/HenryFord-ModelT_1921_HR.jpg">http://myautoworld.com/ford/history/ford-t/ford-t-2/ford-t-3/HenryFord-ModelT_1921_HR.jpg</a> > F. 19 · ford modelo T: < <a href="http://immagini.alvolante.it/sites/default/files/styles/image_gallery_big/public/news_galleria/ford_model_t_1912.jpg?itok=e5OoEmp9">http://immagini.alvolante.it/sites/default/files/styles/image_gallery_big/public/news_galleria/ford_model_t_1912.jpg?itok=e5OoEmp9</a> >
38	F. 20 · esquemas do enquadramento do processo de design: <ilustração pessoal>
43	F. 21 · bolle box na Dutch Design Week 2008: < <a href="https://www.flickr.com/photos/mezelve/154621622">https://www.flickr.com/photos/mezelve/154621622</a> > F. 22 · belle box com semente vegetal 1994, e logo organic pac by Droog Design 2008: < <a href="http://studio.droog.com/contents/presentationsevents/multibox/expo_03_no_style_seoul_20.jpg">http://studio.droog.com/contents/presentationsevents/multibox/expo_03_no_style_seoul_20.jpg</a> > · < <a href="http://studio.droog.com/-studio/all/material-matters--a-future-furniture-fair-at-ddw/organic-pac/">http://studio.droog.com/-studio/all/material-matters--a-future-furniture-fair-at-ddw/organic-pac/</a> >
44	F. 23 · ecoware by Tom Dixon: < <a href="http://www.architetturaedesign.it/index.php/2007/09/26/tom-dixon-design-sostenibile.htm">http://www.architetturaedesign.it/index.php/2007/09/26/tom-dixon-design-sostenibile.htm</a> >
45	F. 24 · cadernos da poopopaper: < <a href="http://store.poopopaper.com/index.php?route=product/product&amp;product_id=459">http://store.poopopaper.com/index.php?route=product/product&amp;product_id=459</a> > F. 25 · módulos com partículas TiO2: < <a href="http://www.lgmstudio.com/index.php?/reciente/hospital-gea/">http://www.lgmstudio.com/index.php?/reciente/hospital-gea/</a> > F. 26 · produtos desenhados pela Fluid Solids: < <a href="http://www.fluidsolids.com/">http://www.fluidsolids.com/</a> >

47	Capítulo 2   biomimésis · lições de design a partir da natureza
52	F. 27 · biomimicry thinking: < <a href="http://biomimicry.net/about/biomimicry/biomimicry-designlens/">http://biomimicry.net/about/biomimicry/biomimicry-designlens/</a> >
61	F. 28 · factores-chave por Victor Papanek, Luigi Colani e Paulo Parra: <ilustração pessoal baseada nos processos identificados na tese da Inês Secca>
62	F. 29 · natureza como modelo em processo: <ilustração pessoal baseada nos processos identificados na tese da Inês Secca>
63	F. 30 · biomimicry thinking temas: < <a href="http://biomimicry.net/about/biomimicry/biomimicry-designlens/">http://biomimicry.net/about/biomimicry/biomimicry-designlens/</a> >
65	F. 31 · biomimicry thinking elementos essenciais: < <a href="http://biomimicry.net/about/biomimicry/biomimicry-designlens/">http://biomimicry.net/about/biomimicry/biomimicry-designlens/</a> >
66	F. 32 · luva bioluminescente proposta por Paulo Parra: <Tese de doutoramento do autor>
67	F. 33 · biomimicry thinking fases: < <a href="http://biomimicry.net/about/biomimicry/biomimicry-designlens/">http://biomimicry.net/about/biomimicry/biomimicry-designlens/</a> >
68	F. 34 · biomimicry thinking etapas: < <a href="http://biomimicry.net/about/biomimicry/biomimicry-designlens/">http://biomimicry.net/about/biomimicry/biomimicry-designlens/</a> >
69	F. 35 · design thinking e design durante o processo: <ilustração pessoal baseada nos processos identificados na dissertação do André Gouveia>
71	F. 36 · constrangimentos que integram o processo de design: <ilustração pessoal baseada nos processos identificados na dissertação do André Gouveia>
72	F. 37 · the sweet spot: <ilustração pessoal baseada nos processos de Tim Brown · <a href="http://www.designinnovation.ie/what_innovation_sec1.html">http://www.designinnovation.ie/what_innovation_sec1.html</a> >
73	F. 38 · modelo double diamond: <ilustração pessoal baseada nos processos do Design Council · <a href="http://www.designcouncil.org.uk/sites/default/files/asset/document/innovation-by-design.pdf">http://www.designcouncil.org.uk/sites/default/files/asset/document/innovation-by-design.pdf</a> >
74	F. 39 · modelo double drop: <ilustração pessoal da proposta de processo>
79	F. 40 · fases de processo do modelo double drop: <ilustração pessoal da proposta de processo>
81	Capítulo 3   projecto orvalhinho · possível solução para captação de água através da biodinâmica
83	F. 41 · fase 1 descobrir o projecto orvalhinho: <ilustração pessoal da proposta de processo>
85	F. 42 · rapaz à procura de palhinhas: < <a href="http://gostax.blogs.sapo.pt/mundo-puluido-2185">http://gostax.blogs.sapo.pt/mundo-puluido-2185</a> >
	F. 43 · sanitários públicos em Haina: < <a href="http://www.whale.to/v/africa_q.html">http://www.whale.to/v/africa_q.html</a> >
	F. 44 · surfista Dede Surinaya: < <a href="https://plus.google.com/+MartijnvanSanten/posts">https://plus.google.com/+MartijnvanSanten/posts</a> >
	F. 45 · depósito de pneus usados: < <a href="http://www.theguardian.com/books/gallery/2012/may/28/oceans#img-8">http://www.theguardian.com/books/gallery/2012/may/28/oceans#img-8</a> >
86	F. 46 · lixo flutuante: < <a href="http://news.nationalgeographic.com/news/2014/07/140715-ocean-plastic-debris-trash-pacific-garbage-patch/">http://news.nationalgeographic.com/news/2014/07/140715-ocean-plastic-debris-trash-pacific-garbage-patch/</a> >
88	F. 47 · drinkable book e the straw: < <a href="http://waterislife.com/clean-water/new-technology">http://waterislife.com/clean-water/new-technology</a> >
89	F. 48 · warka water: < <a href="http://architectureandvision.com">architectureandvision.com</a> >
91	F. 49 · eliodoméstico: < <a href="http://www.gabrielediamanti.com/projects/eliodomestico">http://www.gabrielediamanti.com/projects/eliodomestico</a> >
92	F. 50 · ndb nano - vídeo 1, s3: < <a href="http://www.nbdnano.com/patterned-wettability.html">http://www.nbdnano.com/patterned-wettability.html</a> >
	F. 51 · ndb nano - vídeo 2, s1: < <a href="http://www.nbdnano.com/patterned-wettability.html">http://www.nbdnano.com/patterned-wettability.html</a> >
	F. 52 · ndb nano - vídeo 2, s10: < <a href="http://www.nbdnano.com/patterned-wettability.html">http://www.nbdnano.com/patterned-wettability.html</a> >
	F. 53 · ndb nano - vídeo 2, s38: < <a href="http://www.nbdnano.com/patterned-wettability.html">http://www.nbdnano.com/patterned-wettability.html</a> >
	F. 54 · ndb nano - vídeo 3, s8: < <a href="http://www.nbdnano.com/patterned-wettability.html">http://www.nbdnano.com/patterned-wettability.html</a> >
	F. 55 · ndb nano - vídeo 3, s48: < <a href="http://www.nbdnano.com/patterned-wettability.html">http://www.nbdnano.com/patterned-wettability.html</a> >
93	F. 56 · water potable generator: < <a href="http://www.fcb.com/our-work/potable-water-generator">http://www.fcb.com/our-work/potable-water-generator</a> >
94	F. 57 · malha MIT: < <a href="http://www.ibtimes.co.uk/mit-oak-ridge-scientists-develop-new-methods-harvest-fresh-water-fog-1448835">http://www.ibtimes.co.uk/mit-oak-ridge-scientists-develop-new-methods-harvest-fresh-water-fog-1448835</a> >
95	F. 58 · cidade de Iquique, Chile: < <a href="http://www.skyscrapercity.com/showthread.php?t=629623&amp;page=3">http://www.skyscrapercity.com/showthread.php?t=629623&amp;page=3</a> >
	F. 59 · camanchaca: < <a href="http://www.tarapacaonline.cl/?p=27901">http://www.tarapacaonline.cl/?p=27901</a> >

- F. 60 · malha - vídeo 1, s06: <<http://news.mit.edu/2013/how-to-get-fresh-water-out-of-thin-air-0830>>  
 F. 61 · malha - vídeo 2, s04: <<http://news.mit.edu/2013/how-to-get-fresh-water-out-of-thin-air-0830>>  
 96 F. 62 · eficácia hidrófoba - vídeo, s36 e s1,26: <<https://www.youtube.com/watch?v=IPM8OR6W6WE>>  
 F. 63 · nissan: <<http://www.nissan-global.com/EN/index.html>>  
 97 F. 64 · fontus: <<http://www.designboom.com/technology/fontus-self-filling-bottle-water-10-25-2014/>>  
 100 F. 65 · fase 2 definir o projecto orvalhinho: <ilustração pessoal da proposta de processo>  
 101 F. 66 · habitat natural do besouro: <<http://www.frontiersinzoology.com/content/7/1/23>>  
 102 F. 67 · deserto da Namíbia: <[https://s3.amazonaws.com/photos.safaribookings.com/library/-namibia/xxl/Namib\\_Naukluft\\_National\\_Park\\_021.jpg](https://s3.amazonaws.com/photos.safaribookings.com/library/-namibia/xxl/Namib_Naukluft_National_Park_021.jpg)>  
 F. 68 · postura do besouro: <<http://www.frontiersinzoology.com/content/7/1/23>>  
 103 F. 69 · as diferentes espécies para comparação: <<http://www.frontiersinzoology.com/content/7/1/23>>  
 104 F. 70 · as diferentes espécies para comparação: <<http://www.frontiersinzoology.com/content/7/1/23>>  
 F. 71 · gráfico de captação: <<http://www.frontiersinzoology.com/content/7/1/23>>  
 105 F. 72 · o. unguicularis e p. cribripes: <<http://www.frontiersinzoology.com/content/7/1/23>>  
 F. 73 · flor de lótus: <[https://pixabay.com/p-467835/?no\\_redirect](https://pixabay.com/p-467835/?no_redirect)>  
 108 F. 74 · fase 3 desenvolver o projecto orvalhinho: <ilustração pessoal da proposta de processo>  
 109 F. 75 · brainstorming conceptual: <desenhos da autoria>  
 110 F. 76 · inspiração formal e técnica:  
 111 F. 77 · conjunto de imagens com detalhes técnicos: <ilustração virtual da autoria>  
 113 F. 78 · apresentação virtual: <ilustração virtual da autoria>  
 114 F. 79 · produto no ambiente: <ilustração virtual da autoria>  
 116 F. 80 · fase 4 redefinir o projecto orvalhinho: <ilustração pessoal da proposta de processo>  
  
 147 **Anexos**  
  
 149 F. 81 · Uccello de Leonardo da Vinci: <<http://www.davinciprints.net>>  
 151 F. 82 · Velcro: <<https://mikethatmiller.files.wordpress.com/2014/09/velcro-new-logo-hi-res-small.jpg>>  
 F. 83 · Qualcomm e borboleta-azul: <<https://www.qualcomm.com/>>  
 152 F. 84 · Tecnologia winglet: <<http://www.winglet-technology.com/>> · <<http://www.airbus.com/>>  
 154 F. 85 · Bee's by Susana Soares: <<http://www.susanasoares.com/index.php?id=52>>  
 155 F. 86 · Alfaiate dos rios: <[http://www.fineart-portugal.com/photo/3536/alfaiate\\_s](http://www.fineart-portugal.com/photo/3536/alfaiate_s)>  
 F. 87 · Aerogel em cima de uma flor: <<https://s-media-cache-ak0.pinimg.com/736x/3d/63/81/3d6381af14a0a3bd062e65adb89520fb.jpg>>  
 F. 88-91 · Wisconsin aerogel - vídeo: <<http://www.news.wisc.edu/22566>>  
 156 F. 92 · Neri Oxman para a capa da revista norte-americana Icon:  
 F. 93 · Projecto Raycounting by Neri Oxman · MoMA:  
 F. 94-97 · TED Talks · Neri Oxman: <[https://www.ted.com/talks/neri\\_oxman\\_design\\_at\\_the\\_intersection\\_of\\_technology\\_and\\_biology#t-483844](https://www.ted.com/talks/neri_oxman_design_at_the_intersection_of_technology_and_biology#t-483844)>  
 160 F. 98-99 · Green slow feeder e Pulse: <<http://northmate.com/category/products>>  
 161 F. 100 · Projecto “gato de rua”: <<https://www.facebook.com/uniaozoofila/posts/582333041903941>>  
 F. 101 · Pugedon Smart Recycling Box: <<http://i.imgur.com/7o0AALi.jpg>>  
 162 F. 102 · Imagens do Bistro: <[https://www.indiegogo.com/projects/bistro-a-smart-feeder-recognizes-your-cat-s-face#](https://www.indiegogo.com/projects/bistro-a-smart-feeder-recognizes-your-cat-s-face#/)>  
 163 F. 103 · Bird feeder by eva solo: <<http://www.evasolo.com/Outdoor/>>

## Capa/separadores de capítulos

- 1 **Introdução** · veios de uma folha: <<https://s-media-cache-ak0.pinimg.com/736x/f-c/27/b8/fc27b88e152dc635baca58da3277b9e3.jpg>>  
**Introdução** · sapo: <<https://s-media-cache-ak0.pinimg.com/736x/a/4/5a/43/a45a43eb386ca8c392d2e7827572f60c.jpg>>  
**Introdução** · borboleta: <<https://s-media-cache-ak0.pinimg.com/736x/c-b/84/6b/cb846bca28810dd5a3bfcbecc0db06cf.jpg>>  
**Introdução** · osga: <<https://s-media-cache-ak0.pinimg.com/736x/f/4/86/29/f4862959d06f6d927d4fc3388c5574d1.jpg>>  
**Introdução** · pavão: <<https://s-media-cache-ak0.pinimg.com/736x/8/5/ed/c8/85edc8413bd967573655d46b815f5628.jpg>>  
**Introdução** · raposa: <<https://s-media-cache-ak0.pinimg.com/736x/8/c/fa/89/8cfa89bb34e1029950e598ad44bdd0bc.jpg>>  
**Introdução** · pássaro: <<https://s-media-cache-ak0.pinimg.com/736x/e/1/23/82/e12382-dac1d75a7c833c2105005e746e.jpg>>  
**Introdução** · sementes: <<https://s-media-cache-ak0.pinimg.com/736x/4/e/32/f-d/4e32fd5e959e26ed3cb37a81f1b6ecc2.jpg>>  
10 **1º Capítulo** · colméia: <[http://dc483.4shared.com/img/NFh4PGA7/s7/134287ab6d0/comb\\_honey\\_wallpaper\\_d1b53](http://dc483.4shared.com/img/NFh4PGA7/s7/134287ab6d0/comb_honey_wallpaper_d1b53)>  
48 **2º Capítulo** · martim-pesador: <<http://hddesktopwallpapers.in/wp-content/uploads/2015/09/kingfisher-pictures-bird-300x200.jpg>>  
60 **2º Capítulo** · girafas: <<http://wallpapersdesk.net/african-forest.html>>  
**3º Capítulo** · martim-pescador: <<http://www.boredpanda.com/perfect-kingfisher-dive-photo-wild-life-photography-alan-mcfadyen/>>  
82 **3º Capítulo** · besouro: <<http://solvinzankl.photoshelter.com/image/I0000f.ixQmoz73Q>>  
99 **3º Capítulo** · esboços do orvalhinho: <desenhos da autoria de 2012>  
118 **Conclusão** · aloe polyphylla: <[http://40.media.tumblr.com/tumblr\\_m4kw3oA9v91rpy3cao1\\_1280.jpg](http://40.media.tumblr.com/tumblr_m4kw3oA9v91rpy3cao1_1280.jpg)>  
148 **Anexos** · abelha da penugem: <[http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/08/Apis\\_mel-lifera\\_carnica\\_worker\\_hive\\_entrance.jpg](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/08/Apis_mel-lifera_carnica_worker_hive_entrance.jpg)>  
157 **Anexos** · suricatas: <foto da autoria no jardim zoológico de Lisboa>  
165 **Agradecimento final** · colmeia e abelhas: <<http://www.cookevillebeekeepers.com/images/inspections/3-open-nectar.JPG>>

## Ícones · direitos de autor | [thenounproject.com](http://thenounproject.com)

- 10 **1º Capítulo** · sustainability by Lemon Liu  
48 **2º Capítulo** · plant by Prerak Patel  
60 **2º Capítulo** · scrum by Björn Andersson  
82 **3º Capítulo** · analytics by Gregor Črešnar  
99 **3º Capítulo** · besouro by Carlos Félix  
107 **3º Capítulo** · orvalho by Carlos Félix  
112 **3º Capítulo** · anatomy by Ricardo Moreira  
118 **Conclusão** · goal by Dima Lagunov  
148 **Anexos** · search by João Proença  
157 **Anexos** · birdhouse by Juan Pablo Bravo  
165 **Agradecimento final** · heart by José Campos



Anexos



o néctar recolhido é acumulado na vesícula melífera (papo de mel) e a penugem no dorso capta o pólen, que além da produção do mel, também é espalhado pela natureza, a chamada polinização

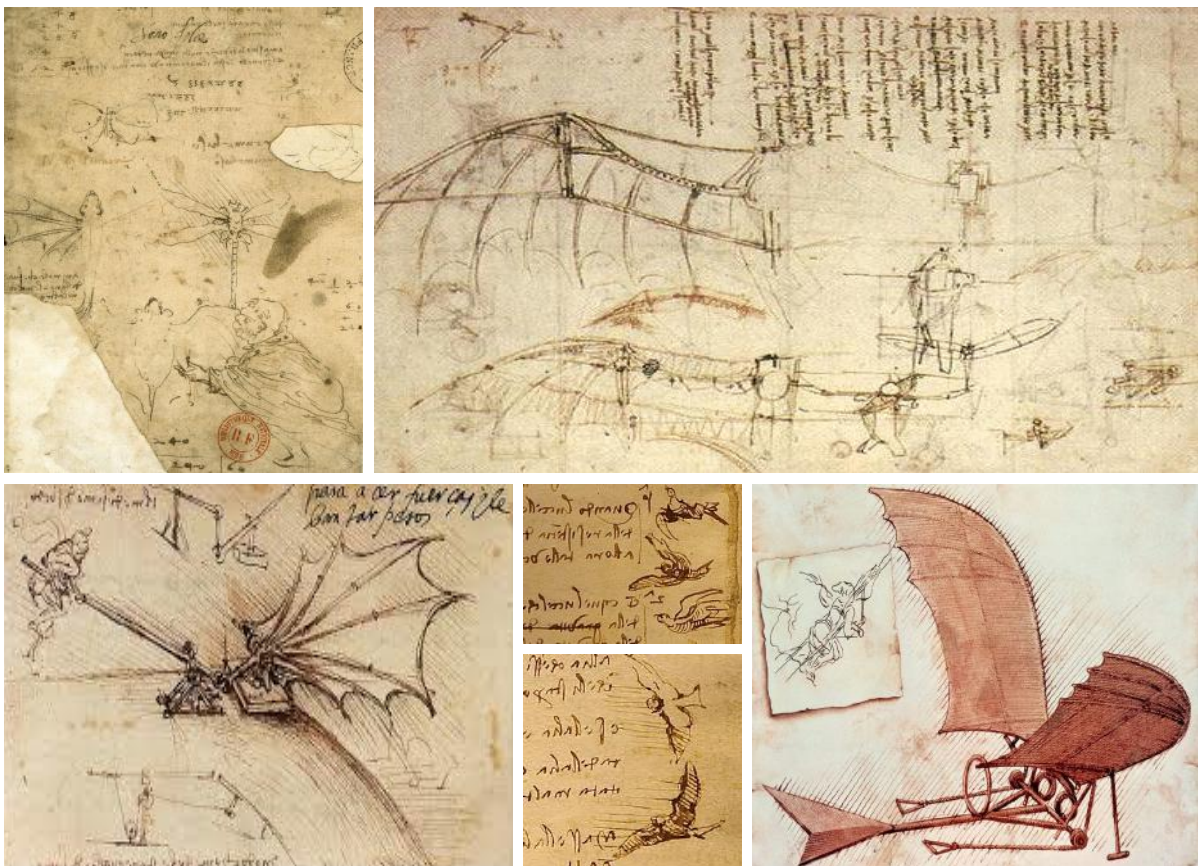


a.1 Observação e emulação da natureza  
dicionário natural



### a.1.1 *Uccello* de Leonardo Da Vinci

No século XIV, qualquer pessoa que conseguisse dominar os céus, podia afirmar ter-se tornado uma “segunda natureza”. O grande desejo de Leonardo<sup>310</sup> era o voo e o fabrico da *uccello*<sup>311</sup> foi a prova do seu legado pela observação natural. Apesar de conhecer a dificuldade, os pássaros e os morcegos mostravam que isso era possível, mas a anatomia humana não estava preparada como a natureza. Com esta observação criteriosa para a época, tornou-se o primeiro biomimetista da história moderna. O códice de Turim, dedicado ao voo e datado de 1505, revela desenhos de pássaros a deslizar sobre as termas situadas nas zonas altas dos montes da Toscana, pensando na natureza como força aliada para que os vórtices quentes ajudassem a *uccello* a manter-se mais tempo no ar. Com ajuda de farinha, elaborou esboços dos vórtices criados pelas asas de um pássaro e descobriu que as alterações do centro de gravidade do pássaro eram alteradas pelos curtos movimentos da cauda<sup>312</sup>.



F. 81 · Conjunto de figuras de diversos estudos e apontamentos da pesquisa realizada por Leonardo para a *uccello* e possível solução final da máquina. Imagens do “*Codice sul volo degli uccelli*”, Leonardo da Vinci, 1505-1506, Biblioteca reale di Torino.

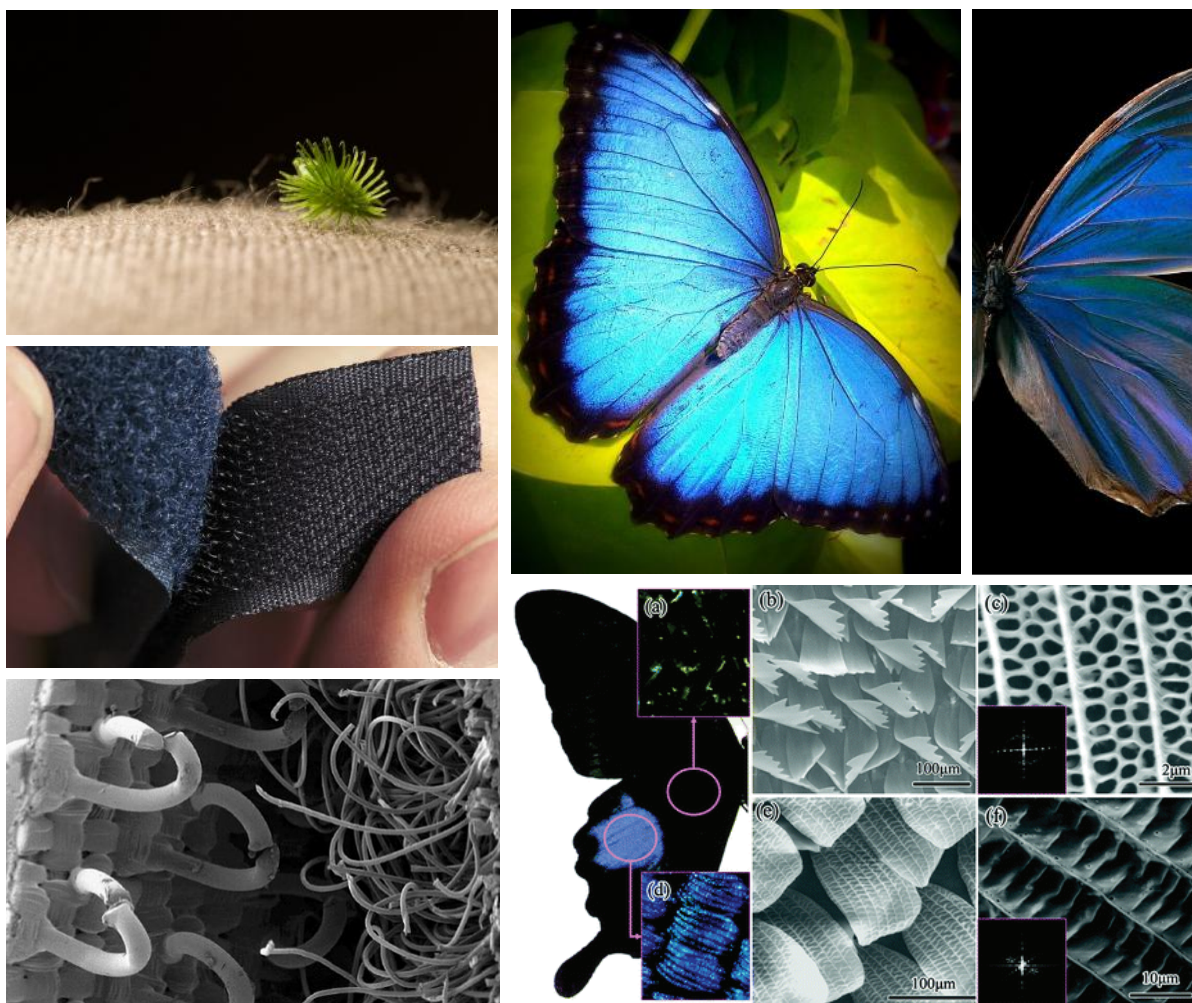
● ●

<sup>310</sup> (1452.1519) Foi uma das figuras mais importantes do Alto Renascimento em Itália, que se destacou como cientista, matemático, engenheiro, inventor, anatomista, pintor, escultor, arquitecto, botânico, poeta e músico. Muitos dos seus inventos, como o helicóptero, a bicicleta, o tanque, o pára-quedas, são equipamentos da sociedade contemporânea. <sup>311</sup> *Uccello* (o grande pássaro) foi o projecto mais ambicionado de Leonardo da Vinci, onde os estudos nos seus códices (cadernos científicos) demonstram anos de observação. <sup>312</sup> Kemp, Martin - Leonardo da Vinci: vida e obra. Lisboa: Editorial Presença, 2005. p. 92-96.

Provavelmente, o velcro é um dos primeiros casos industriais de desenvolvimento e aplicação da biomimética. Em 1941, o engenheiro suíço Georges de Mestral analisou através de um microscópio os carrapichos (sementes de *Arctium*) que se agarravam constantemente na roupa e no pêlo do cão para polinização e verificou que os vários filamentos entrelaçados com formas terminadas em pequenos ganchos originavam uma forte aderência, concluindo que seria possível a criação de uma material que permitisse a união de dois materiais distintos de maneira reversível e simples. Submeteu a ideia para patente em 1951, dando início à companhia Velcro S.A. No relatório descritivo das patentes dos Estados Unidos (US 2,717,4372), pode-se observar a aparente simplicidade do invento. O nome VELCRO é uma junção das palavras em francês *velours* (que significa veludo) e *crochet* (que significa gancho). Actualmente são diversas as aplicações do produto e a palavra velcro tornou-se um termo genérico para referir o material. O Velcro foi utilizado na primeira cirurgia cardíaca artificial, em viagens espaciais e em numerosos produtos que hoje fazem parte do nosso dia-a-dia.

A borboleta-azul (*Morpho menelaus*) originárias das florestas da amazónia funcionam como um farol para atrair parceiros. O azul brilhante emitido pelas vibrações de luz reflectida nas suas asas pode ser visto a dezenas de metros de distância, criando a solução “brilhante” para se destacar no meio de tanta informação tropical. As asas não contêm pigmentos e produzem cor exactamente como as bolas de sabão, reflectindo a luz dentro e fora da bolha. A tonalidade do azul altera consoante o ângulo da asa. Investigadores da universidade de Exeter em Inglaterra descobriram uma microarquitECTURA constituída por espinhos, onde cada um é feito de várias camadas sobrepostas, separadas pela mesma distância e com um comprimento de onda de luz azul. Esta “tecnologia” natural permite à borboleta controlar os níveis de calor emitidos pelos raios de sol. A Qualcomm lançou em 2010, as telas de visualização Mirasol<sup>313</sup>, baseadas nos conceitos estruturais da asa da borboleta. Esta tecnologia causa impressões visuais de saturação e brilho com bastante qualidade e fidelidade de cor, permitindo poupança de energia, pois não necessita de emitir maiores frequências de energia para disponibilizar brilho. A Samsung é um dos principais clientes. Também o fabricante japonês Teijin Limited incorporou estas ideias em tecidos e criou o material Morphotex feito nylon e poliéster. As fibras são organizadas em camadas de cutículas idênticas à asa da borboleta, permitindo que a produção não necessite de tanques de tingimento, um dos maiores poluentes na indústria têxtil. O Morphotex possui uma interferência de cores que jamais irão desaparecer.





F. 82 · Conjunto de imagens sobre o velcro | F. 83 · Conjunto de imagens sobre a tecnologia qualcomm e a borboleta-azul



mirasol®



A Winglet Technology patenteou o “*Elliptical Winglet*”<sup>314</sup> altamente curvado para aviões privados em 2002 e a Airbus foi das pioneiras desta tecnologia em transportes públicos. As “pequenas alhetas” na ponta das asas do avião ajudam a reduzir a origem de vórtices em baixo das asas e esta técnica foi observada na águia-das-estepes (*Aquila nipalensis*), que ajudou os engenheiros a criar uma aeronave mais estável durante o voo, menos ruidosa e mais económica, reduzindo o impacto ambiental e as emissões de carbono. A águia para ter um voo perfeito, estável e sem perda de energia durante a caça, curva ligeiramente as asas para entrar dentro das térmicas (colunas ascendentes de ar quente) ao longo da estepe para subir no céu, até alcançar uma altitude que permita a observação de presas.



F. 84 · Conjunto de imagens com o pormenor do voo da águia e da tecnologia *winglet*

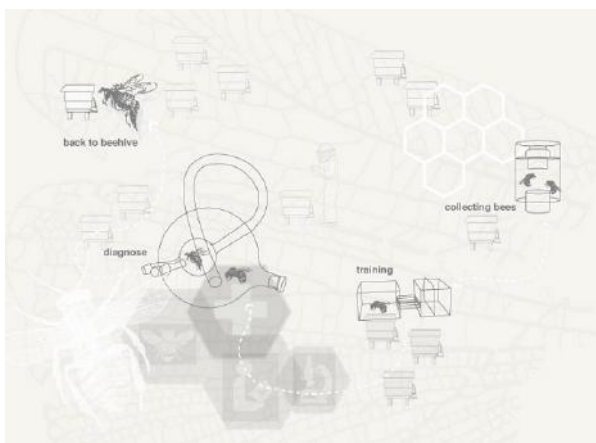
Aplicando o conhecimento biomimético, a designer portuguesa Susana Soares<sup>315</sup> desenvolveu um produto composto por bolbos de vidro, que através do sopro/hálito humano para o dispositivo, permite a detecção de cancro e outras doenças graves com a ajuda de abelhas treinadas para esta finalidade. De acordo com estudos desenvolvidos por alguns cientistas, é possível constatar que as abelhas (*Apis mellifera*)<sup>316</sup> têm um extraordinário sentido no olfacto, tornando-se ainda mais apurado que o famoso faro dos cães. Esta necessidade olfactiva desenvolvida pelas abelhas serve para detectar possíveis predadores nas proximidades e entender onde se situam as flores mais ricas, poupando muita energia na procura do néctar e do pólen.

Este dispositivo adaptado à face humana é constituído por duas câmaras interligadas, uma de maior área onde contém as abelhas treinadas e outra mais pequena dentro da primeira, para qual o doente expira através de uma canal. Caso o doente manifeste algum problema de saúde na sua respiração, as abelhas voam em direcção à câmara para diagnosticar a doença. As abelhas são treinadas para cada tipo de doença, como os cancros de fígado, pele, pâncreas, diabetes ou tuberculose. Estas doenças são compostas com biomarcadores específicos, os quais as abelhas tentam identificar durante o teste. Este treino sensorial é obtido através da técnica pavloviana<sup>317</sup> (onde os animais são recompensados quando cumprem um determinado objectivo). Todas as versões diferentes do produto foram desenhadas com um design apropriado à utilização do doente e de modo que as abelhas no seu interior voem acidentalmente para a câmara de diagnóstico. Também existe uma versão do dispositivo que permite o diagnóstico das abelhas através do odor para a identificação de feromonas captadas na axila do paciente.

Após 6 anos da publicação do projecto, Susana tem trabalhado como biomimetista<sup>318</sup> e desenvolveu novos projectos ligados ao conhecimento natural ou neste caso aliando-se à natureza para a criação de soluções inovadoras, através de plataformas colaborativas entre o design e as correntes emergentes de investigação científica e biomimética.

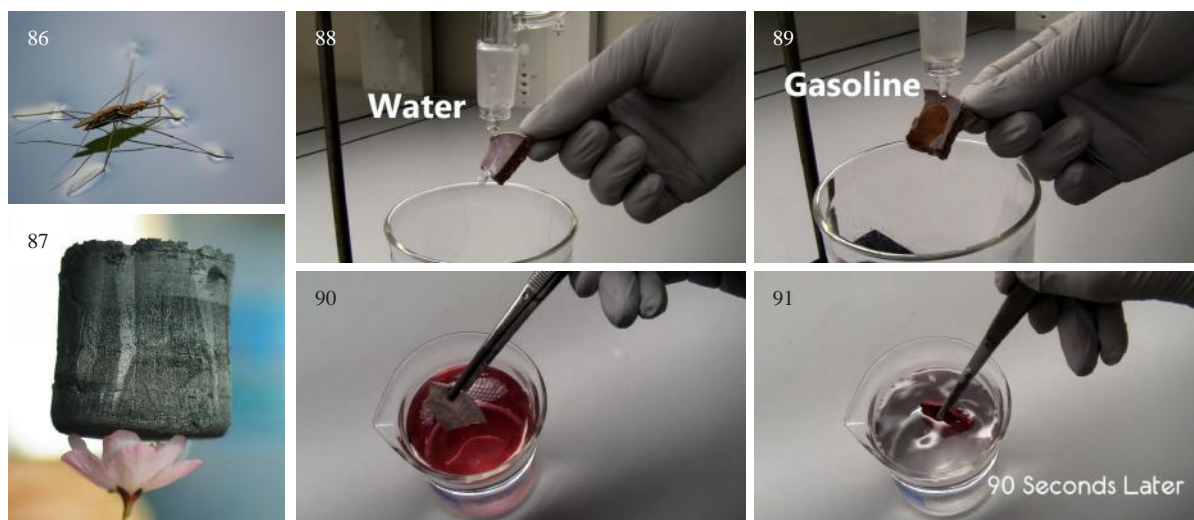


<sup>315</sup> (1977) Susana Soares, nascida em Lisboa e com residência em Londres, é licenciada pela ESAD (Escola Superior de Arte e Design) das Caldas da Rainha e mestre pelo London Royal College of Art. Actualmente é investigadora e procura a conclusão do doutoramento no London South Bank University. <sup>316</sup> Também conhecida por abelha-europeia, é um animal social e vive em colmeias, que podem ser artificiais ou naturais. No interior, as abelhas obreiras usam a cera (mistura de néctar e polén) colectada para construir os favos, onde mais tarde através da sua saliva se transforma em mel com o objectivo de alimentar as larvas, assim como os adultos. <sup>317</sup> (1849.1936) Ivan Petrovich Pavlov foi um fisiólogo russo. Premiado com o Nobel de Fisiologia ou Medicina em 1904, fez descobertas sobre os processos digestivos de animais e estudou o papel do condicionamento na psicologia do comportamento (reflexo condicionado). <sup>318</sup> Biomimetista é todo o profissional que utiliza o conhecimento natural para a resolução de problemas na vida humana. É preciso mais de que copiar só a forma natural, é necessário entender a sua técnica.



F. 85 · Conjunto de imagens que demonstram o processo do produto bee's

A Universidade Aalto na Finlândia apresentou em 2012 no encontro da Sociedade de Química Norte-americana em San Diego, um material composto de nano-fibras de celulose de plantas. Olli Ikkala durante a apresentação *Cellulose-based biomimetic and biomedical materials* explicou que “este material sólido, superleve e que consegue flutuar, foi inspirado na forma como os alfaíates (*Gerris remigis*)<sup>319</sup> do rio flutuam na água e conseguem se mover sem penetrar o corpo dentro de água. A celulose é um polímero composto de glicose, uma espécie de plástico natural. É este o material que dá força à madeira, sendo também o componente principal dos caules, folhas e raízes das plantas. Normalmente a celulose é referida como ‘o polímero mais abundante da terra’ e as suas principais aplicações industriais são o papel e o têxtil. Esta nano-celulose potencializou um aerogel<sup>320</sup> renovável e sustentável, pouco mais denso que o ar e através da observação da flutuação do alfaíate incorporamos algumas características idênticas que permitem o material flutuar com bastante eficácia. O material também é capaz de absorver grandes quantidades de óleo. Poderá assim, ser útil na limpeza de derrames de petróleo no mar, pois flutuaria na superfície absorvendo o petróleo sem se afundar, recuperado completamente o óleo. Este material tornou-se fundamental em cirurgias e na captação de tóxicos industriais, como os óleos e combustíveis espalhados nas oficinas de automóveis, que são apanhados com um balde de água e depois despejados pela sanita para águas pluviais”<sup>321</sup>. Apesar de não fornecerem imagens do material, também um aerogel idêntico desenvolvido e testado pela universidade de Wisconsin-Madison nos EUA, é possível observar no vídeo<sup>322</sup>, que o material é completamente hidrófobo e apanha todos os pigmentos de cor presentes na água, além da completa absorção de gasolina no segundo teste.



F. 86 · Alfaíate dos rios | F. 87 · Aerogel em cima de uma flor | F. 88 · Wisconsin aerogel - vídeo, s03 | F. 89 · Wisconsin aerogel - vídeo, s24 | F. 90 · Wisconsin aerogel - vídeo, s35 | F. 91 · Wisconsin aerogel - vídeo, s45

• •

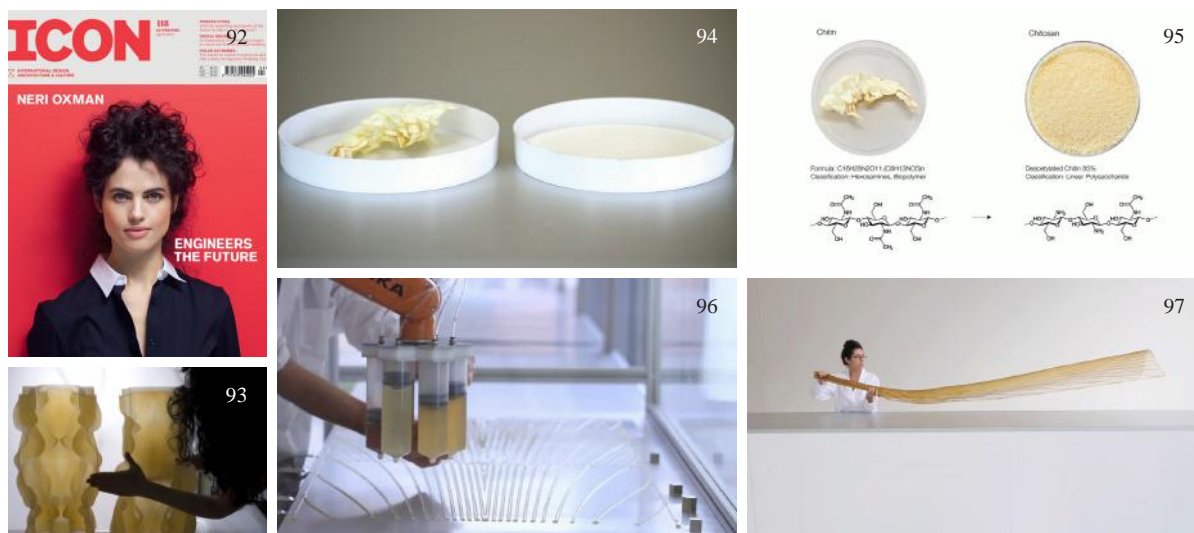
<sup>319</sup> Insectos com a capacidade de se deslocar sobre a superfície da água. <sup>320</sup> O aerogel foi criado por Steven Kistler. Não existe relatos precisos sobre a data da invenção, mas o primeiro artigo sobre aerogéis foi publicado por Steve em 1931 na revista Nature. O Aerogel é um material sólido poroso de baixa densidade, onde o líquido foi substituído por um gás. É um bom isolante térmico e elétrico. <sup>321</sup> Fonte: (<http://www.cienciahoje.pt/index.php?oid=53627&op=all>). <sup>322</sup> Fonte: (<http://news.wisc.edu/22566>)



## a.1.7 Material Ecology by Neri Oxman · 2012-2015

O biopolímero produzido pelos crustáceos | [materialecology.com](http://materialecology.com)

Sob a liderança da designer e arquitecta Neri, a equipa de projecto Mediated Matter Research Group do MIT Media Lab, desenvolveu nos últimos anos tecnologias de produção digital que procura interagir com o mundo biológico. Através de métodos computacionais, alia a engenharia orgânica e a biologia sintética para criação de materiais biodegradáveis, tornando-se num dos laboratórios pioneiros para a simbiose de microorganismos com os nossos próprios corpos, produtos ou até mesmo edifícios. Este material composto por quitina, é produzido essencialmente por camarões, caranguejos, escorpiões e borboletas e são produzidos anualmente cerca de 100 milhões de toneladas, tornando-se no segundo biopolímero mais abundante na terra. Alguns estudos permitiram o ajuste das propriedades para gerar estruturas multifuncionais feitas de um único material e após a recolha de diversas cascas de crustáceos conseguiram elaborar uma pasta quitosana. Variando as concentrações químicas conseguiram alcançar uma grande variedade de propriedades duras, escuras e opacas até às leves, suaves e transparentes. Com o auxílio de um sistema robótico de extrusão produziram estruturas de material único até quatro metros 100% recicláveis. Esta nova tecnologia permite o início da produção de objectos com polímeros biodegradáveis onde após o fim de vida se for implementado na água, irá alimentar diversos organismos marinhos e no solo possibilita a nutrição de novas árvores.

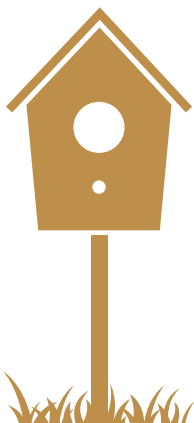


F. 92 · Neri Oxman para a capa da revista norte-americana Icon | F. 93 · Projecto Raycounting by Neri Oxman · MoMA | F. 94 · TED Talks · Neri Oxman: design at the intersection of technology and biology - s7,31 (casca de camarão) | F. 95 · Vídeo - s7,35 · (resultado químico) | F. 96 · Vídeo - s7,59 · (impressão 3D da quitina) | F. 97 · Vídeo - s8,11 · (estrutura de material único)





a.2 Design para a natureza  
não devemos tirar só conhecimento da natureza, também  
devemos ajudar e criar para ela





### a.2.1 Apoio institucional

Apesar das instituições apresentadas requererem mais o conhecimento das áreas das ciências e dos recursos humanos, o design também pode ser uma disciplina essencial para a protecção da biodiversidade, pelo seu pensamento metodológico e pelo contributo para a criação de produtos e ambientes adequados ao serviço dos animais, desde ferramentas medicinais ao design de interiores de cativeiro, dos alimentadores aos produtos de lazer que se assemelhem ao ambiente natural e proporcionem uma psicologia selvagem. A convite do autor da presente dissertação, estas organizações aceitaram o desafio para a troca de conhecimento entre o design e a ciência, através de visitas guiadas aos bastidores das instituições e da observação como interação com os animais e o público, sem nunca comprometer o bem-estar psicológico dos mesmos. Todo o designer que trabalha com o conhecimento natural está a salvaguardar a sustentabilidade ambiental e as diversas espécies em perigo de extinção.



Oceanário de Lisboa



Tapada Nacional de Mafra · 1747 | [tapadademafra.pt](http://tapadademafra.pt)

Jardim Zoológico de Lisboa · 1884 | [zoo.pt](http://zoo.pt)

Liga para a Protecção da Natureza · 1948 | [ipn.pt](http://ipn.pt)

World Wide Fund For Nature (mediterranean programme) · 1961 | [wwf.pt](http://wwf.pt) · [worldwildlife.org](http://worldwildlife.org)

Grupo Lobo · 1985 | [lobo.fc.ul.pt](http://lobo.fc.ul.pt)

Iberlince · 1994 | [iberlince.eu](http://iberlince.eu)

Oceanário de Lisboa · 1998 | [oceanario.pt](http://oceanario.pt)

#### As 10 espécies mais ameaçadas no mundo em 2010

Tigre (*Panthera tigris*), existem apenas pouco mais de 3000 · Urso Polar do Ártico (*Ursus maritimus*), o seu habitat está a derreter · Morsa do Pacífico (*Odobenus rosmarus divergens*), aumento da temperatura · Pinguim de Magalhães (*Spheniscus magellanicus*), escassez de alimento · Tartaruga de Couro (*Dermochelys coriacea*), estimasse apenas 2300 na natureza · Atum rabilho do Atlântico (*Thunnus thynnus*), vigiada pela wwf em Portugal · Gorila da montanha (*Gorilla beringei beringei*), cerca de 200 resistiram à caça · Borboleta monarca (*Danaus plexippus*), perda de habitat · Rinoceronte de Java (*Rhinoceros sondaicus*), apenas 60 animais na natureza · Panda Gigante (*Ailuropoda melanoleuca*), cerca de 2500 no habitat natural.

#### As 5 espécies mais ameaçadas em Portugal

Sobreiro (*Quercus suber*), património único num país · Águia Imperial (*Aquila adalberti*), a rapina mais rara no território · Lince ibérico (*Lynx pardinus*), o felino mais ameaçado do mundo · Saramugo (*Anaecypris hispânica*), o pequeno peixe guerreiro nas águas do Guadiana · Foca Monge (*Onachus monachus*), o lobo do mar em vias de extinção.

#### a.2.3 Da natureza para a natureza · design biológico

Também como agentes biológicos, devemos desenhar para a natureza, desde os brinquedos para animais domésticos às colmeias, do material médico adequado ao uso veterinário aos equipamentos inseridos na natureza para a investigação animal. Muitas vezes o design feito para animais pode conter inúmeros químicos e quantidades de metal prejudiciais à saúde e originários de doenças cancerígenas. A presente dissertação também tem como objectivo, alertar que o design pode ter uma oportunidade de inovar através de materiais orgânicos, fibras naturais e biodegradáveis.

A empresa dinamarquesa Northmate olhou para o cão e gato como uma possível oportunidade de negócio e em 2012 apresentou o Green na feira Interzoo em Nuremberga, Alemanha. Um comedouro com forma de um tufo de relva que retarda a refeição do animal, aumentando o tempo de ingestão de 1 minuto para cerca de 15 min, reduzindo o inchaço e torção abdominal por não mastigarem. Pode conter alimentos secos, húmidos e até cerca de 0,4 litros de água e é feito de plástico rígido (sem ftalatos)<sup>323</sup>. Este produto já ganhou diversos prémios de melhor design para cão e gato e de preferência pelo público. O “pulse” é uma nova forma interactiva que simula o instinto caçador do cão ou do gato, melhorando a saúde mental do animal. Com um design circular, o produto é dividido em 6 compartimentos, definidos para a quantidade certa de ração a ser fornecida de hora a hora. Funcionando como um jogo, o animal só consegue accionar a segunda porção passado uma hora ou consoante o ajuste de tempo pelo utilizador e quando bate com a pata de cima do “pulse”. O Pulse envia ultra-sons, luzes, ou beep sonoros para dar sinal que outra porção já está disponível e se o produto for escondido, pode tornar o desafio mais complexo. Esta opção de alerta também pode ser desactivada, obrigando o animal a procurar o pulse só quando necessita de comer e permite ao dono ausentar-se de casa por um período de tempo mais perlongado, racionando a alimentação pelo tempo de ausência.

98



99



F. 98 · Green slow feeder | F. 99 · Pulse

● ●

<sup>323</sup> Os ftalatos são um conjunto de substâncias químicas capazes de tornar plásticos rígidos em plásticos maleáveis. As embalagens plásticas com o número indetificativo do polímero 1, 3 e 6, possuem este químico em abundância, ao contrário dos polímeros 2, 4 e 5 que são mais seguros para utilização doméstica. De acordo com as autoridades europeias, os ftalatos estão associados à ocorrência de problemas reprodutivos, redução da fertilidade, aborto, defeitos congénitos, cancro de fígado e rins. Nos humanos os efeitos foram o aparecimento do cancro da mama, desregulação hormonal e diminuição da fertilidade masculina (redução do número de espermatozóides). Na Europa, o uso dos ftalatos é proibido, essencialmente em cosméticos. Directiva 2007/19/CE da Comissão, de 30 de Março de 2007. Jornal oficial da união europeia.

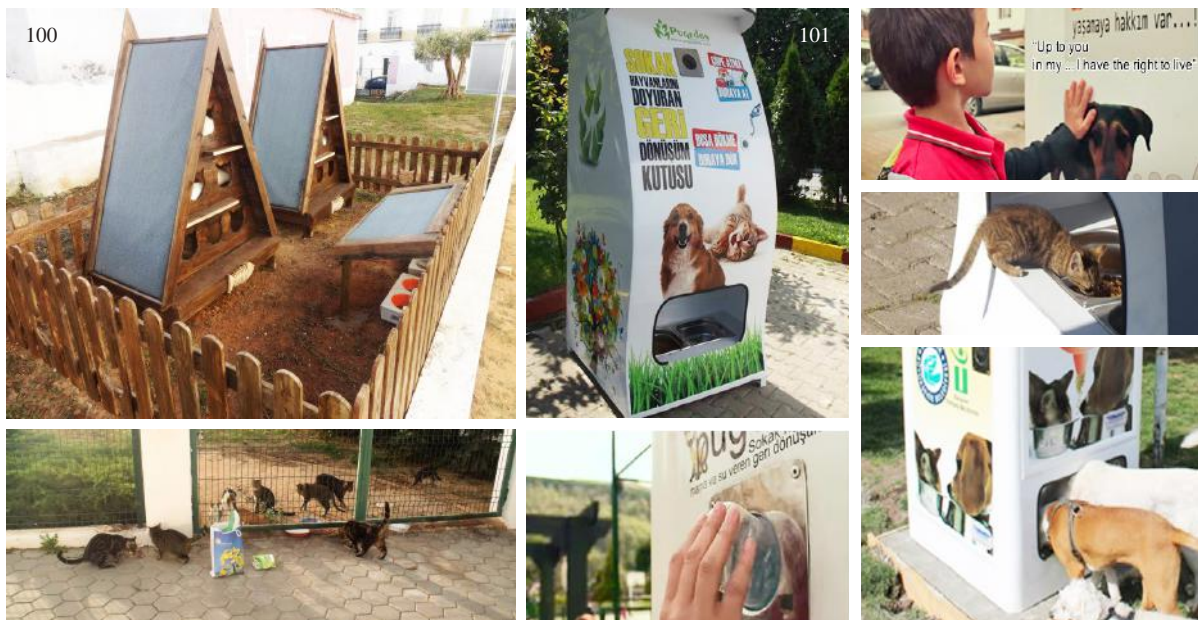
### a.2.5 Projecto “gato de rua” · 2014

Esta ideia promovida pela União das Freguesias de Lagoa e Carvoeiro<sup>324</sup>, procura implementar em diversas regiões do Algarve, abrigos para gatos de rua. Cada abrigo pode albergar cerca de 10 a 15 gatos e na sua envolvência tem espaços para a colocação de comida de forma higiénica e segura, evitando a colocação de caixas de cartão/madeira pelos moradores com pratos de plástico e restos de comida pelo chão das zonas públicas, proliferando pulgas e outro tipo de bactérias. Estes abrigos também permitem que as autoridades esterilizem os gatos e controlem a sua reprodução massiva.

### a.2.6 Pugedon · 2014

O ecoponto que alimenta animais de rua | pugedon.com

A empresa turca Pugedon começou em 2014 a implementar pelas ruas de Istambul, máquinas “Pugedon Smart Recycling Box”<sup>325</sup>, que funcionam como pequenos ecopontos onde os transeuntes podem deixar garrafas de água inutilizável e em troca são fornecidas pequenas porções de ração e água para animais abandonados. Esta ideia permite que as pessoas reciclem as velhas garrafas e os animais são alimentados pelo bom gesto, melhorando a saúde pública da cidade. As máquinas funcionam a energia solar e têm espaço para cerca de 800 garrafas. Todo o dinheiro realizado com a reciclagem serve para as despesas da alimentação fornecida aos animais. Estima-se que só em Istambul, cerca de 150 mil cães e gatos partilham as ruas com os seus mais de 14 milhões de habitantes.



F. 100 · Projecto “gato de rua” | F. 101 · Pugedon Smart Recycling Box

● ●

<sup>324</sup> Fonte: (<http://algarvevivo.pt/lancado-primeiro-abrigo-do-projeto-gato-de-rua/>). <sup>325</sup> Fonte: (<http://pugedon.com/tr/>)



### a.2.7 Eva solo · 2014

O comedouro para pássaros | [evasolo.com](http://evasolo.com)

Estes produtos desenvolvidos pela Eva Solo para pássaros, são um óptimo exemplo de manter a natureza em seu redor. Além de permitir uma envolvimento natural à sua casa, também se torna num ponto de observação de diferentes espécies de aves. Com um material reciclável, existem vários tipos de comedouros para diversas quantidades de comida.

### a.2.8 Bistro · 2015

O comedouro inteligente para gatos | [catfi.com](http://catfi.com)

Este comedouro publicado no website Crowdfunding Indiegogo<sup>326</sup>, tinha em 2015 o objectivo alcançar o donativo no valor de 100.000\$ e em outubro do mesmo ano já possuía o dobro, o que demonstra o grande valor de mercado deste projecto. O comedouro tem uma plataforma com sensores e uma camara onde o gato se coloca para se alimentar e o peso serve de alerta para o dono, que se estiver ausente será contacto pelo seu smartphone informando que o gato procura comida. Esta plataforma está ligada a uma torre que possui um sistema computadorizado que disponibiliza água limpa e comida conforme a autorização por smartphone do dono.



F. 102 · Imagens do Bistro

● ●  
<sup>326</sup> Videos informativos: (<https://www.indiegogo.com/projects/bistro-a-smart-feeder-recognizes-your-cat-s-face/#/>) - (<https://www.youtube.com/watch?v=Wiy8DR1uh9U>).



F. 103 · Bird feeder by eva solo



Apontamentos · ideias



obrigado por ler a minha dissertação · Carlos Félix